

ĐINH BÁ TRỤ

HƯỚNG DẪN SỬ DỤNG

Ansys

CHƯƠNG TRÌNH PHẦN MỀM THIẾT KẾ
MÔ PHỎNG BẰNG PHƯƠNG PHÁP
PHÂN TỬ HỮU HẠN



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

ĐINH BÁ TRỤ

HƯỚNG DẪN SỬ DỤNG ANSYS

Chương trình phần mềm thiết kế mô phỏng
bằng phương pháp phần tử hữu hạn



**NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
HÀ NỘI 2000**

MỤC LỤC

	Trang
LỜI NÓI ĐẦU.....	3
GIỚI THIỆU CHƯƠNG TRÌNH ANSYS VÀ ỨNG DỤNG.....	5
I. Mở đầu.....	5
II. Các yêu cầu phần cứng đối với máy tính cá nhân	6
III. Các chương trình con.....	6
IV. Một số chú ý khi ứng dụng ANSYS.....	7
Chương I. CẤU TRÚC VÀ CÁC THƯ MỤC LỆNH CỦA ANSYS	9
I. Cấu trúc chung	9
1. Cấu trúc mức xử lý.....	10
2. Giao diện ANSYS.....	10
II. Các thư mục lệnh cơ bản của ANSYS.....	12
Main CMDS.....	12
START	12
PREPROC	14
SOLUTION	16
POSTPROC	19
SPECLTY	20
UTILS CMD	20
GENCMDS	20
COORDSYS.....	22
WORKPLANE.....	22
GRAPHIC	22
SELECT... ..	22
*COMMAND.....	22
SYSTEM... ..	23
EXIT... ..	23
REFERENCE.....	23
GENLINFO.....	23
MENU HELP	23
FUNDMNTL.....	25
PROCEDURE.....	25

ELEM LIB.....	28
Chương II. SỬ DỤNG CÁC LỆNH TRONG ANSYS	33
I. Khởi động ANSYS	33
II. Một số lệnh cơ bản.....	33
2.1 Các lệnh tiền xử lý Preprocessor.....	33
2.1.1 Khai báo kiểu phần tử.....	33
2.1.2 Khai báo vật liệu.....	34
2.1.3 Xây dựng mô hình FEM.....	36
Định nghĩa nút.....	36
Định nghĩa phần tử.....	38
2.1.4 Lệnh dựng mô hình khối (SOLID)	41
2.1.5 Mô hình khối cơ bản 3D.....	50
2.1.6 Toán tử logic tạo khối hình học	54
2.1.7 Tự động chia lưới theo yêu cầu.....	65
2.1.8 Thí dụ tạo lưới khối 3D và lệnh tổ hợp.....	69
2.2 Các lệnh SOLUTION	72
2.2.1 Định kiểu bài toán	72
2.2.2 Liên kết và gối tựa.....	73
2.2.3 Đặt tải	75
2.2.4 Đặt lực trong trường hợp dùng mô hình hình học.....	80
2.3 Các lệnh Hậu xử lý POSTPROCESSOR.....	83
2.3.1 Đặt bước xử lý SET.....	83
2.3.2 Vẽ hình : chuyển vị - ứng suất - biến dạng.....	84
2.3.3 Các lệnh vẽ theo đường bao (đẳng tuyến)	84
2.3.4 Các lệnh hỗ trợ vẽ hình.....	85
2.3.5 Biểu diễn kết quả bằng bảng.....	86
2.3.6 Các lệnh chọn lựa dữ liệu xuất	87
2.3.7 Các lệnh điều khiển màn hình	89
2.3.8 Các lệnh xử lý chung khác	96
2.3.9 Ngôn ngữ thiết kế tham số APDL.....	99
Chương III. CÁC BÀI TOÁN ỨNG DỤNG VÀ NÂNG CAO.....	105
Tài liệu tham khảo.....	180

LỜI NÓI ĐẦU

Công nghệ thông tin đã và đang đi vào cuộc sống và dần trở thành một công cụ đắc lực trong kỹ thuật, các sản phẩm phần mềm kỹ thuật giúp cho các kỹ sư nhanh chóng tính toán thiết kế, thẩm định khảo sát kết quả thiết kế và thực hiện thực nghiệm mô phỏng trên máy tính thay cho chế thử hoặc vận hành thử nghiệm.

ANSYS có thể giải các bài toán ứng suất tuyến tính, kết cấu phi tuyến hình học- vật liệu- phân tử, có thể phân tích các bài toán động với các phương pháp Modal, phổ, điều hoà, dao động ngẫu nhiên, giải các bài toán uốn tuyến tính và phi tuyến, bài toán nhiệt ổn định, truyền nhiệt, đối lưu, bức xạ nhiệt, dòng chảy thủy lực, điện từ, các bài toán hỗn hợp âm - cấu trúc, điện - từ, thủy lực - cấu trúc, từ - nhiệt, từ - cấu trúc... ANSYS còn có khả năng liên kết với các phần mềm khác như : Pro/Eng, FLOTRAN ... để phân tích và thẩm định các thiết kế, có khả năng sử dụng các bản thiết kế của các chương trình cơ khí khác để phân tích thông qua kỹ thuật IGE.

Phần mềm ANSYS có nhiều mô đun khác nhau : ANSYS/Multiphysics, ANSYS/Mechanical, ANSYS/Structural, ANSYS/LS-DYNA, ANSYS/LinearPlus, ANSYS/Thermal, ANSYS/Emag, ANSYS/FLOTRAN, ANSYS/PrepPost, ANSYS/ED.

ANSYS đã được khai thác và sử dụng có hiệu quả trong nghiên cứu khoa học, giảng dạy và xuất bản tài liệu, trong khuôn khổ chương trình cấp nhà nước Điện tử Tin học Viễn thông KHCN - 01 - 09. Xuất bản cuốn sách "*Hướng dẫn sử dụng ANSYS*" có nguyện vọng phổ biến một công cụ ứng dụng kỹ thuật công nghệ thông tin trong ngành Cơ khí nói riêng và Cơ học nói chung. Để tài liệu được xuất bản, tác giả đã được đồng viên cố vũ và hỗ trợ của Ban chủ nhiệm chương trình. Nhân dịp này, tác giả xin tỏ lòng biết ơn sự đồng viên cố vũ và hỗ trợ về mọi mặt của Ban chủ nhiệm chương trình.

Xin chân thành cảm ơn nhà xuất bản Khoa học kỹ thuật đã tạo điều kiện để tài liệu này được ra mắt bạn đọc.

Rất mong có sự đóng góp ý kiến của các độc giả, thư từ xin gửi về Nhà xuất bản KHKT hoặc về cho Tác giả tại Học viện Kỹ thuật Quân sự, 100 Đường Hoàng Quốc Việt, Hà Nội.

Tác giả

GỚI THIỆU CHUNG CHƯƠNG TRÌNH ANSYS VÀ ỨNG DỤNG ANSYS TRONG KỸ THUẬT MÔ PHỎNG

I. MỞ ĐẦU

ANSYS là một chương trình phần mềm công nghiệp, sử dụng phương pháp Phần tử hữu hạn (FEM) để phân tích các bài toán Vật lý- Cơ học, chuyển các phương trình vi phân, phương trình đạo hàm riêng từ dạng giải tích về dạng số, sử dụng phương pháp rời rạc hoá và gần đúng để giải các bài toán trên.

Nhờ ứng dụng phương pháp phần tử hữu hạn, các bài toán kỹ thuật được mô hình hoá và mô phỏng toán học, cho phép lý giải trạng thái bên trong của vật thể, như thực, khi chịu một tác động bên ngoài.

Trong chương trình này có thể giải các bài toán Đàn hồi- Dẻo các kết cấu, bài toán Nhiệt, bài toán dòng chảy chất lỏng nén được và chất lỏng không nén được. Ngoài ra, chương trình có thể tính cho các vật liệu từ, bài toán tiếp xúc...

Là một chương trình mạnh, tính cho các phần tử kết cấu 2 thanh, dầm, 2D và 3D, giải các bài toán đàn hồi, đàn hồi phi tuyến, đàn dẻo lý tưởng, dẻo nhớt, đàn nhớt. Mỗi loại vật liệu được đưa thành một mô hình vật liệu ứng với một thuật toán. Mỗi loại vật thể được đưa thành một mô hình hình học, với cách chia các phần tử phù hợp. Các mô hình vật lý của vật liệu được xác định bằng các đặc trưng hình học, các mô men quán tính, các giá trị đặc trưng mặt cắt...

Chương trình có khả năng mô phỏng theo mô hình hình học với các điểm, đường, diện tích..., và mô hình phần tử hữu hạn với các nút và phần tử. Hai dạng mô hình được trao đổi và thống nhất với nhau để tính toán.

Để giải một bài toán cụ thể, cần đưa vào các điều kiện biên cho mô hình hình học. Các tác động được đưa vào là các lực, chuyển vị, nhiệt độ, ...

Chương trình cho kết quả dưới dạng đồ hoạ, trường ứng suất và biến dạng được đưa ra dưới dạng ảnh đồ phân bố trường, cho phép quan sát và nhận biết được trường phân bố của các giá trị vật lý nghiên cứu.

Chương trình có các tiện ích, giúp người tính toán thiết kế nhanh chóng thực hiện các nội dung nghiên cứu. Đồng thời, cho phép liên kết với một số chương trình phần mềm khác.

Tài liệu này giới thiệu một số kiến thức cơ bản về phần tử hữu hạn và cách sử dụng chương trình phần mềm ANSYS, một chương trình phần mềm sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn. Tài liệu được viết nhằm phổ biến một chương trình phần mềm mô phỏng số ứng dụng trong giải các bài toán cơ và thiết kế cơ khí trên cơ sở các mô hình phần tử kết cấu, nhiệt, từ... Tài liệu và chương trình phần mềm giúp ích lớn cho việc ứng dụng mô phỏng số trong đào tạo kỹ sư hiện nay và tạo điều kiện tiến nhanh trong nghiên cứu khoa học.

Tài liệu được biên soạn theo "*FEM fur Praktiker Die Methode der Finiten Element mit dem FE-Program ANSYS Rev 5.0*" của Dr.-Ing.Gunter Muller,Dipl.-

II. CÁC YÊU CẦU VỀ PHẦN CỨNG ĐỐI VỚI MÁY TÍNH CÁ NHÂN

Chương trình ANSYS có nhiều dạng phiên bản, Bản này là phiên bản chạy trên máy PC.

Cấu hình máy:

Có thể sử dụng các máy PC: 486DX; 586DX.

Bộ nhớ RAM : 4~16 MB

Ổ cứng 100MB, có 32 MB dư

Chuột: 100% tương thích

Đồ họa: Màn hình VGA 640×480 16 màu.

III. CÁC CHƯƠNG TRÌNH CON

Chương trình khởi động ANSYS được đưa vào 2 FILE :

ANTOOL.BAT

ANSYSED.BAT

Các FILE này cho khởi động cấu hình và các công cụ cần thiết phục vụ giải toán và các giao diện.

Trong ANSYS 5.0 còn có:

TELLME.EXE Chương trình thông báo các cấu hình

SYSINFO.ED Dữ liệu về hệ thống thiết bị

INTALL.ERR Dữ liệu sai khi chạy INTALL

Trong ANSYSBIN có :

ANSSPD.EXE Chương trình xác định tốc độ chạy ANSYS

ANSYS-ED.EXE Chương trình chính

QUERY.EXE Dữ liệu hỏi đáp

VIEW50.EXE Chương trình đọc ảnh

Trong ANSYS50DOCU có các chương trình MACRO.

Trong ANSYS50DATAWORKBOOK có 12 bài tập dùng để học.

Trong ANSYS50DATAUSERMAC có các chương trình nguồn.

Trong CONFIG.SYS cần đặt :

BREAK ON

BUFFERS = 20

FILES = 65

SHELL = /COMMAND.COM /P /E:1024

HIMEM.SYS

EMM386.SYS

Trong các mức làm việc của ANSYS (PREP7, SOLU, POST) dữ liệu được ghi vào (SAVE) hoặc lấy ra (RESUME) qua File Database với tên :

FILE.DB FILE ghi các dữ liệu

Các dữ liệu khác ghi vào FILE:

FILE.LOG FILE biên bản

FILE.ERR FILE ghi lại các lệnh sai

FILE.RST File lưu dữ liệu

FILE.GRP FILE đồ hoạ

FILE.EMAT FILE ghi ma trận phần tử

FILE.TRI FILE ghi ma trận cấu trúc

IV. MỘT SỐ CHÚ Ý KHI ỨNG DỤNG ANSYS

Phạm vi ứng dụng

Do sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn, ANSYS có thể giải nhiều dạng toán với các vật liệu khác nhau và điều kiện biên khác nhau. Gốc các bài toán này là hệ phương trình vi phân đạo hàm riêng, phương trình toán lý... có xét đến xác suất độ tin cậy và bài toán tối ưu.

1. Giải các bài toán dựa trên lý thuyết cơ học môi trường liên tục, lý thuyết đàn hồi - dẻo - từ biến cho các kết cấu và chi tiết cơ khí, với bài toán tĩnh và động. Vật liệu của các chi tiết được đưa về các dạng mô hình: vật liệu đàn hồi, đàn hồi phi tuyến, đàn dẻo, dẻo nhớt, chảy dẻo... Các kết cấu dưới dạng thanh, dầm, khối, tấm mỏng...
2. ANSYS giải các bài toán dòng chảy chất lỏng NEWTON hoặc phi NEWTON, trong các điều kiện biên.
3. ANSYS có thể giải các bài toán trao đổi nhiệt giữa các vật thể kết cấu. Xác định sự phân bố nhiệt độ.
4. ANSYS có thể giải bài toán điện trường và trường điện từ của các vật thể, giải các bài toán truyền âm, cộng hưởng; xử lý bài toán ma sát và tiếp xúc giữa các vật thể.

Để giải các bài toán khác nhau, ANSYS sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn với việc chia diện tích vùng khảo sát thành các phần tử.

Các bước cần chú ý như sau:

Xây dựng Mô hình hình học

- a. ANSYS xây dựng các mô hình hình học bằng 2 cách khác nhau: Mô hình 2D hoặc 3D từ việc xác định các điểm, các đường, các mặt, khối của vật thể. Mô hình hình học đó được chuyển đổi sang mô hình FEM.
- b. ANSYS có thể trực tiếp xây dựng các mô hình phần tử hữu hạn, bằng cách xác định các nút các phần tử theo hình dáng hình học vật thể.

- c. Trong ANSYS có chương trình đồ họa CAD, có thể dựng các bản vẽ cho các vật thể như các chương trình vẽ AUTOCAD. Mặt khác, ANSYS có thể được kết nối với các chương trình CAD/CAM khác để đọc bản vẽ và xử lý toán học theo FEM.

Xác định Hệ tọa độ

Để tính toán, ANSYS sử dụng 2 hệ tọa độ: Tọa độ toàn cục và tọa độ địa phương.

- Tọa độ toàn cục hay tọa độ thế giới là tọa độ đặt trên trái đất, coi như là cố định, làm cơ sở tính toán và chuyển đổi với các tọa độ cục bộ.

- Tọa độ cục bộ (địa phương): Là tọa độ được đặt lên phần tử để tính toán, gồm: Tọa độ để các trục x, y, z ; Tọa độ trụ R, θ, z ; Tọa độ cầu R, θ, φ ; Tọa độ xuyên R, θ, φ, r .

Tọa độ có thể gắn lên nút hoặc gắn với phần tử.

Giữa tọa độ toàn cục và tọa độ địa phương có mối quan hệ chuyển đổi.

Xác định Bậc tự do

Trong bài toán phần tử hữu hạn, cần xác định số bậc tự do của các nút. Một nút trong không gian tọa độ để các có: 3 bậc tự do chuyển vị U_x, U_y, U_z . 3 bậc tự do quay Rot_x, Rot_y, Rot_z .

Tùy từng trường hợp cụ thể và điều kiện biên số bậc tự do thay đổi. Nếu số bậc tự do là 0 thì tại nút đó không có chuyển vị và quay.

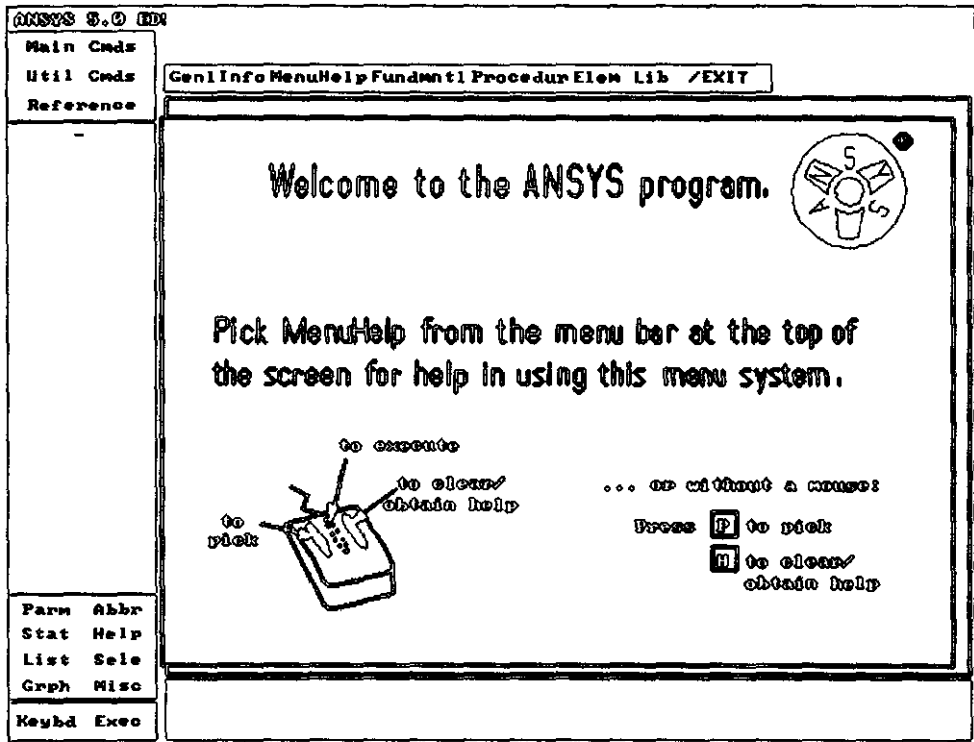
Chuyển đổi thứ nguyên

Trước khi lập trình cần chọn thứ nguyên của các đại lượng vật lý phù hợp với bài toán. Có các hệ SI (MKS), CGS và hệ đo lường Anh.

ANSYS là một trong các chương trình phần mềm lớn ứng dụng phương pháp PTHH cùng các chương trình MARC, ABAQUS, SAP... Nắm được ANSYS sẽ giúp ích rất nhiều cho việc thiết kế và thẩm định kỹ thuật trong ngành cơ khí.

Chương I. GIỚI THIỆU CHUNG ANSYS

I. CẤU TRÚC CHUNG



Hình 1. Màn hình giới thiệu ANSYS

ANSYS là lệnh khởi động hệ thống. Khi được khởi động, một chương trình /BATCH được thực hiện, đưa hệ thống về mức xử lý bắt đầu, với dòng lệnh chờ BEGIN:

Chương trình ANSYS có 4 mức :

- Mức bắt đầu BEGIN-Leven
- Mức xử lý Processor-Leven
- Mức Môđun Môđun-Leven
- Mức lệnh Command-Leven

Ở mức xử lý, chia thành các Hệ lệnh:

- /PREP7: Hệ tiền xử lý
- /SOLUTION Hệ giải quyết các bài toán
- /POST1 Hệ hậu xử lý

ngoài ra, có một số khối xử lý chuyên dụng

/OPT: dùng trong việc chọn lựa,

/POST26: dùng trong bài toán có tính đến thời gian,

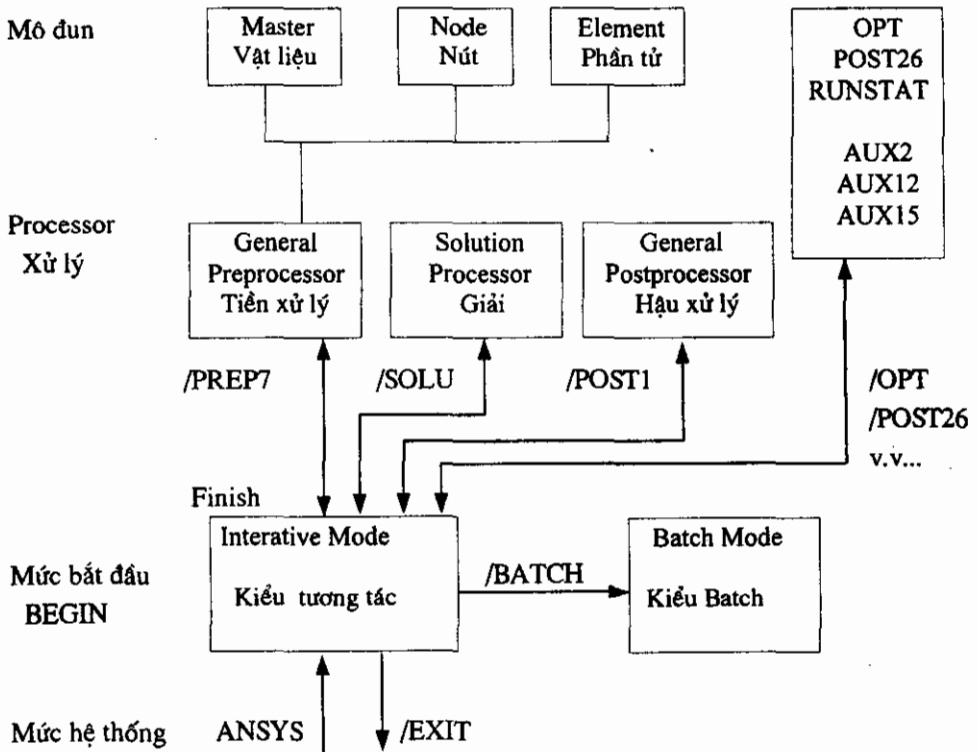
/AUX12: Dùng cho bài toán chảy dẻo...

Tại mức xử lý, để chuyển từ hệ lệnh này sang hệ khác cần cho lệnh kết thúc FINISH.

Để thoát khỏi chương trình dùng lệnh

/EXIT Thoát

1.1 Cấu trúc mức xử lý

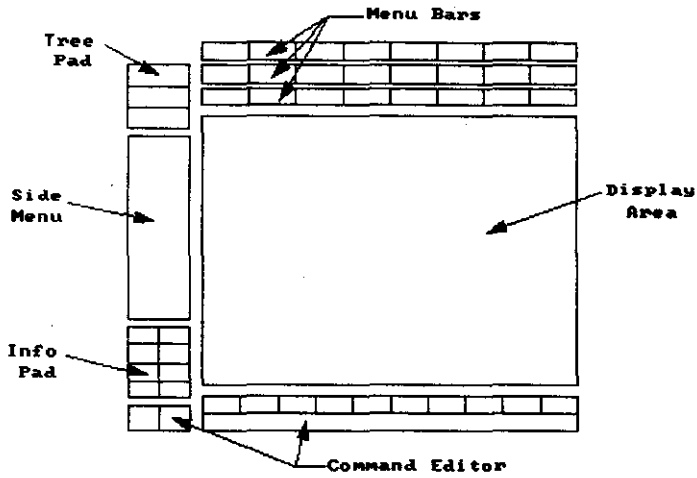


Hình 2. Sơ đồ hệ thống ANSYS

1.2 Giao diện ANSYS

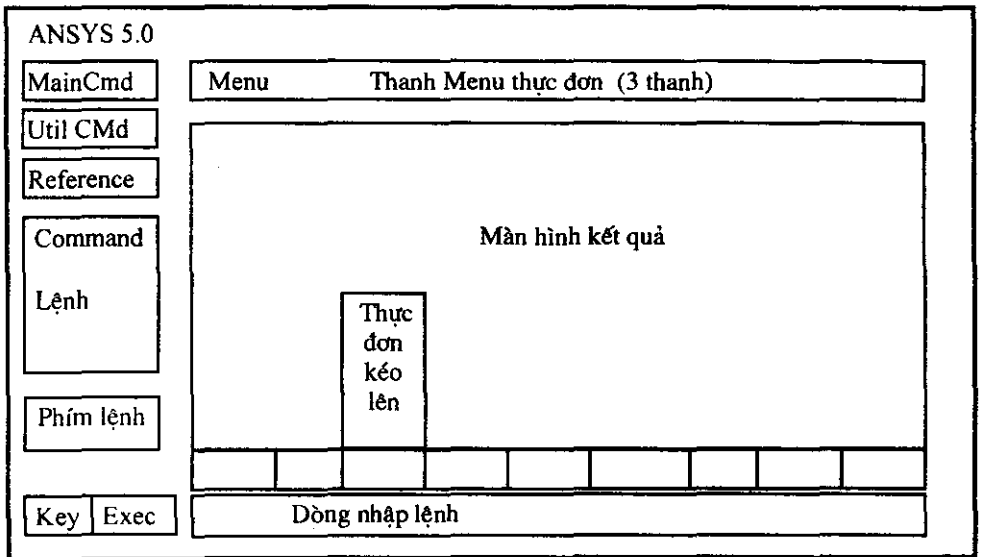
Giao diện chương trình ANSYS có dạng như hình sau :

Layout: Layout of the menu system.



>>> Pick "Trees" from side menu for more on "Layout".
 Pick "Menus" from menu bars to skip to next subject.

Hình 3. Phân vùng màn hình ANSYS



Hình 4. Phân vùng màn hình ANSYS

II. CÁC THU MỤC LỆNH CƠ BẢN CỦA ANSYS

Hệ thống chương trình ANSYS được bố trí vào ba mục lớn :

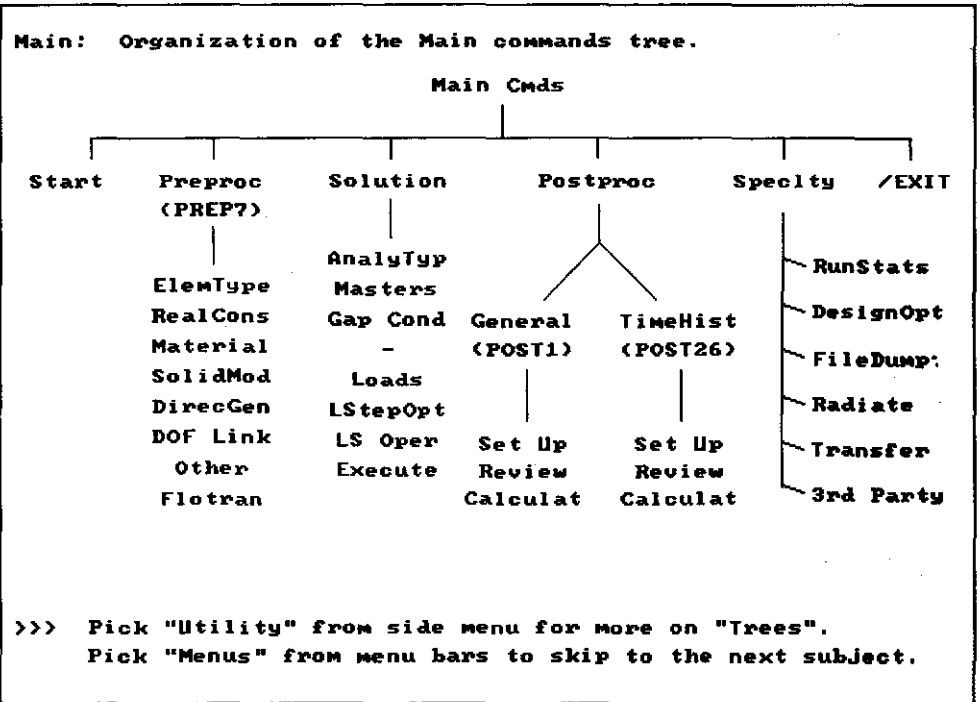
- Main Cmds Các lệnh chính
- Utils Cmds Các lệnh tiện ích
- Reference Tham chiếu (Tra cứu)

Main CMDS

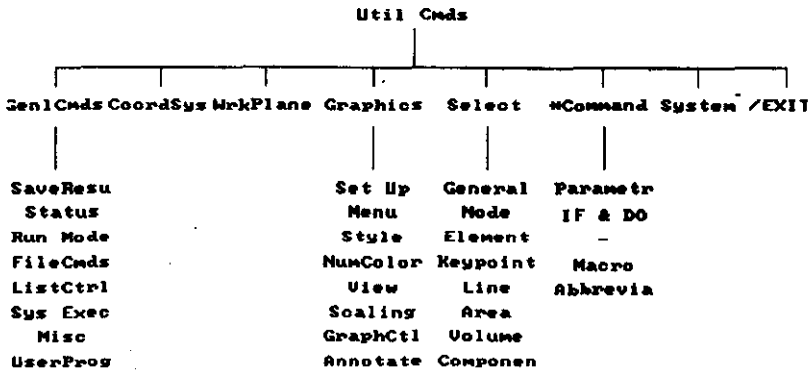
START

Các dòng lệnh bắt đầu một chương trình

- RESUME : Lấy dữ liệu từ File DATABASE
- /FILNAM : Đặt và đổi tên 1 FILE cho chương trình đang phân tích,
- /TITLE : Định nghĩa tiêu đề cho các bảng biểu hoặc đồ thị,
- /UNITS : Xác định thứ nguyên-Đơn vị đo được dùng cho phân tích.

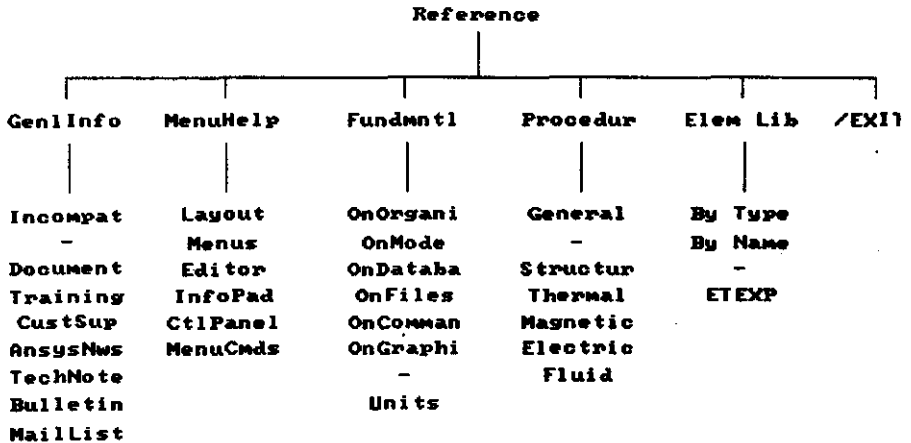


Hình 5. Nhánh cây thư mục Chính MAIN CMDS



Hình 6. Nhánh cây thư mục, các lệnh tiện ích UTIL CMDS

Referenc: Organization of the Reference tree.



>>> Pick "Summary" from side menu for more on "Trees".
 Pick "Menus" from menu bars to skip to the next subject.

Hình 7. Nhánh cây thư mục tham chiếu REFERENCE

PREPROC : Hệ tiền xử lý

PREP7 : Các lệnh có giá trị sau mục Prep7

ETYPE : Chọn kiểu phần tử,

RCON : Định nghĩa hằng số đặc trưng hình học

MATER: Định nghĩa tính chất vật liệu,

PRIM : Dụng hình bằng các hình có sẵn

KEYP : Điểm

LINE : Đường;

NODES : Nút

ELEMENT : Phần tử

SELM : Siêu phần tử

AREA :Diện tích

VOLU : Thể tích

BOOL: Toán tử logic

MESH : Tạo lưới

PIPE: Phần tử dạng ống

DIGIT : Bảng số hoá

COUP : Cặp độ tự do

CEQN : Phương trình liên kết

NUMCTRL : Kiểm tra số

GWRIT : Ghi dữ liệu hình học vào FILE

DBCHECK : Kiểm tra dữ liệu

RECORD : Đánh số lại thứ tự phần tử

FLOT : Chuẩn bị chương trình FLOTRAN để chạy dữ liệu

1. ELEMTYPE : Định nghĩa kiểu phần tử

By Panel : Định nghĩa phần tử theo giao diện panel

By Command : Định nghĩa phần tử theo nhập lệnh

2. REALCONS : Định nghĩa các hằng số đặc trưng hình học

By Panel : Định nghĩa phần tử theo giao diện panel

By Command : Định nghĩa phần tử theo nhập lệnh

3. MATERIAL : Định nghĩa các tính chất vật lý vật liệu

LINEAR : Định nghĩa các hằng số vật liệu hoặc nhiệt độ quan hệ tuyến tính với tính chất vật liệu

TB-Table : Lập bảng dữ liệu cho vật liệu phi tuyến

4. SOLIDMOD : Dụng mô hình theo dạng khối SOLID

PRIMITIV : Dụng mô hình theo các diện tích và khối cơ bản

KEYPOINT : Dụng mô hình theo điểm

LINE : Dụng mô hình theo đường

MostUsed : Các lệnh hay dùng

LessUsed : Các lệnh ít dùng

LineBool : Các lệnh logic xử lý đường

AREA : Dụng mô hình theo Diện tích

VOLUME : Dụng mô hình theo Thể tích

BOOLEAN : Dụng mô hình theo toán tử logic

Controls : Lệnh kiểm tra

Intersec : Giao nhau

Addition : Cộng hình

Subtract : Trừ hình

Cut : Cắt nhau

Overlap : Vẽ chồng lên

Glue : Dán vào nhau

Classify : Phân loại

MESHCTRL : Kiểm tra tạo lưới

MESHPGEN : Tái sinh tạo lưới

5. DIRECGEN : Hướng tái tạo mô hình

NODE : Hướng tạo Nút

ELEMENT : Hướng tạo Phần tử

MostUser : Cách thường dùng

LessUser : Cách ít dùng

SUPERELE : Siêu phần tử dùng cho cấu trúc thứ cấp

MODALCYC : Macro dùng trong kiểu Mode đối xứng chu kỳ

PIPE : Định nghĩa mô hình ống quy ước

DIRITIZE : Nút với bảng số hoá

READWRITE : Ghi-Đọc số liệu của tiền xử lý từ/đến các File

6. DOFLink : Kết nối các bậc tự do độc lập lại

7. OTHER : Các lệnh khác

NUMCTRL : Trộn và nén các Item số

GEOMWRITE : Ghi dữ liệu hình học trong lệnh Prep7

DB CHECK : Kiểm tra và liệt kê bảng dữ liệu

REORDER : Xếp lại thứ tự phần tử

8. FLOTRAN : Vào chương trình FLOTRAN để chạy dữ liệu hoặc File

SOLUTION (Hệ giải chương trình)

Xác định kiểu phân tích, đặt điều kiện biên và điều kiện GAP, nạp dữ liệu và chạy chương trình. Các lệnh có giá trị sau /SOLU

ANATYPE : Chọn kiểu phân tích;

MASTER : Xác định bậc tự do chính;

GAPCON : Đặt điều kiện GAP

(dùng cho rút gọn chuyển đổi phân tích)

CONSTR : Xác định liên kết ;

(trong mô hình FE và mô hình khối)

FORCE : Tải trọng lực,

(trong mô hình FE và mô hình khối)

SURF : Nhập tải bề mặt

(trong mô hình FE và mô hình khối)

BODY : Nhập tải cho mô hình khối

(trong mô hình FE và mô hình khối)

INRTIA: Nhập quán tính

READLD : Đọc tải trong và áp dụng (như LOADS)

GENOPT : Đặt tải chung trong bước chọn

DYNOPT : Đặt tải động học trong tính động lực học

NLOPT : Đặt tải tính toán phi tuyến trong bước chọn

OUTOPT : Nạp bước xuất kết quả trong bước chọn

BIOOPT : Nạp chọn BIOT-SAVART

DEACT : Định nghĩa đóng mở phần tử

LSOPER : Nạp bước toán tử : đọc-viết-xoá;

EXECUT: Thực hiện giải bài toán

1. ATYPE (ANALYTYPE)

By PANEL :

Chọn kiểu phân tích bằng panel bằng nhập dữ liệu. Nếu không có phần tử nào được định nghĩa sẽ không hiện bảng.

By COMMAND- Option : Chọn kiểu phân tích bằng lệnh;

có 2 nhóm lệnh:

ATYPE : Xác định dạng phân tích và trạng thái khởi động

EXPASS: Xác định bước nở để tăng hiệu suất tính toán

Options : Các kiểu chọn

BUCOPT : Nhận dạng phân tích lập

EQSLV : Giải phương trình luân lưu

HROPT : Nhận dạng phân tích cộng hưởng; ANTYP = 3

HROUT : Nhận dạng xuất kết quả phân tích cộng hưởng;
LVMPM : Kiểm tra ma trận khối lượng
MODOPT: Nhận dạng phân tích kiểu MODE , ANTYPE = 2
MODOPT_2 : Bổ sung lệnh MODOPT
MXPANT : Kiểm tra kiểu mở rộng trong Modal và lặp
NLGEOM : Dùng chọn bài toán biến dạng dẻo lớn
NROPT : Nhận dạng chọn bài toán Newton-Raphson
PSTRES : Kiểm tra tính toán bài toán có dự ứng lực
RIGID : Nhận dạng độ cứng vững trong nhân DOF
SEEXP : Nhận dạng cấu trúc thứ mở rộng chọn bước nhỏ
SEOPT : Nhận dạng cấu trúc thứ với chọn ANTYPE = 7
SPOPT : Nhận dạng kiểu phổ và chọn kiểu phổ khác
SSTIF : Kích hoạt hiệu ứng ứng suất biến cứng trong phân tích phi tuyến
SUBOPT: Nhận dạng cấu trúc không gian thứ khi kéo dãn
SUBOPT_2 : Bổ sung lệnh trên
TOFFST : Nhận dạng nhiệt độ từ mức 0 độ tuyệt đối
TRNOPT : Nhận dạng phân tích Transien, ANTYPE=4

2. MASTERS

Master_1 : Cho độ tự do DOF
Master_2 : Chọn tự động DOF
Master_3 : Chi tiết thêm chọn DOF
Total : Tổng cộng
M : Định nghĩa bậc tự do
MGEN : Tái sinh bậc tự do từ độ tự do đã có
MDELL : Xoá bậc tự do
MLIST : Liệt kê bậc tự do

3. GAP cond (các điều kiện trung gian)

GAP_1 Cụ thể hoá điều kiện GAP
GAP_2 Cụ thể hoá điều kiện GAP - Hướng của GAP
GAP_3 Cụ thể hoá điều kiện GAP - Độ cứng tiếp xúc
GAP_4 Cụ thể hoá điều kiện GAP - Thứ tự nút
GP Định nghĩa điều kiện GAP để đơn giản hoá trong chuyển đổi phân tích động
GPDELE : Xoá điều kiện GAP
GPLIST : Liệt kê điều kiện GAP

4. LOADS : Nhập các dữ liệu

CONSTRNT : Bậc tự do của các liên kết

OnKeypt : Theo điểm
OnLine : Theo đường
OnArea : Theo diện tích
Transfer : Chuyển đổi
OnNode : Theo nút

FORCES : Nhập tải trọng tập trung

OnKeypt : Theo điểm
OnLine : Theo đường
OnArea : Theo diện tích
Transfer : Chuyển đổi lực nhập từ kiểu Solid sang FE
OnNode : Theo nút

SURFACES : Nhập tải trọng bề mặt

Gradient : Gradien tải trọng
OnLine : Tải trọng theo đường
OnArea : Tải trọng theo diện tích
Transfer : Chuyển đổi tải nhập từ kiểu Solid sang FE
OnElem : Tải theo phần tử

BODYLOAD : Nhập tải trọng khối

OnKeypt : Theo điểm
Transfer : Chuyển đổi nhập từ kiểu Solid sang FE
OnNode : Theo nút
OnElem : Theo phần tử

INERTIA : Nhập giá trị lực quán tính

READ.Ld : Nhập dữ liệu từ FILE

- LDREAD_1 : Đọc dữ liệu từ FILE và nhập vào CT
- LDREAD_2 : Đọc dữ liệu từ FILE và nhập vào CT, bổ sung
- LDREAD_3 : Đọc dữ liệu từ FILE và nhập vào CT, mở rộng

5. LSTPEOPT : Nhập bước tính toán

GENERAL : Chọn bước tính dạng chung
DYNAMIC : Chọn bước tính dạng tính bài toán động
NONLIN : Chọn bước tính bài toán phi tuyến
OUTPUT : Chọn bước nhập để kiểm tra kết quả xuất ra
SPECTRUM : Chọn bước nhập cho phân tích dạng phổ
BIOTSAVA : Chọn bước nhập cho BIOT-SAVART
KILLELEM : Đóng mở hoạt động của các phần tử

6. LSOPER

LSWRITE : Ghi tải trọng và chọn bước nhập để nhập File theo STEP

LSREAD : Đọc tải và bước chọn từ nạp STEP FILE
LSDELE : Xoá FILE nhập ở bước trong thư mục hiện tại
LSCLEAR : Xoá tải FILE và bước chọn trong Database

7. EXECUTE

SOLVE : Khởi tạo giải cho bước dữ liệu vừa nhập
LSSOLVE : Khởi tạo nhiều lần giải theo bước dữ liệu vừa nhập
PSOLVE : Khởi tạo giải cục bộ
PSOLVE_2 : Bổ sung, giải theo nhấn mô tả
PSOLVE_3 : Giải bổ sung
ADAPT : (Invokes) Chuyển đổi phù hợp với mô hình tạo lưới
ADAPT_2 : Bổ sung điều kiện - Các nút chung
ADAPT_3 : Bổ sung điều kiện - Chi tiết hơn

POSTPROC : Hệ hậu xử lý

1. GENERAL : Các lệnh hậu xử lý chung

POST1 : Hệ giải bài toán tĩnh
SETUP : Đặt điều kiện ban đầu, đọc các trường hợp gia tải và đưa vào bảng
REVIEW : Liệt kê kết quả và vẽ kết quả trong Post1
Controls : Kiểm tra kiểu liệt kê và biểu diễn kết quả
List : Liệt kê và sắp xếp dữ liệu kết quả
Plot : Vẽ hình và đồ thị theo các kết quả tính
Path : Đặt đường dẫn tính toán lấy kết quả
Flotrace : Vẽ kết quả theo đường dòng
CALCULAT : Tính toán
NodeCalc : Tính kết quả theo nút
ElemTab1 : Dùng Bảng kết quả trước để tính tiếp
LoadCase : Thực hiện phép toán từ kết quả của các trường hợp tải khác nhau
Fatigue : Tính toán mỏi
SafeFact : Tính hệ số an toàn hoặc biên an toàn
CutBndry : Ngoại suy dữ liệu trong thứ mô hình

2. TIMEHIST: Giải bài toán theo thời gian

POST26 : Hệ giải bài toán động
SETUP : Đặt tải và đưa vào bảng liệt kê
REVIEW : Liệt kê và vẽ kết quả
CALCULAT : Tính toán

Math : Tính toán theo các biến thời gian của POST26

Table : Đọc dữ liệu dùng định nghĩa vào bảng

Spectrum : Tính toán ứng với phổ

SPECLTY Các thủ tục đặc biệt

1. **RUNSTATS** : Chạy thống kê thời gian
2. **DESGNOPT**: Tìm kiếm thiết kế tối ưu cho một thiết kế
3. **FILDUMP** : Dùng cho bài toán cần **FILE DUMP** : AUX2
4. **RADIATE** : Tạo ma trận đường chéo : AUX12
5. **TRANSFER** : Nhập File tiện ích chuyển đổi và liên kết với các chương trình FEM khác như /CAD-CAM : AUX15

6. **3RDPART**

FLOTRAN : Phân tích dòng chảy bằng chương trình FLOTRAN

FIDAP : Thực hiện hệ tiền xử lý trong ANSYS cho chương trình FIDAP

Pro/ENGR: Thiết kế tối ưu khi dùng mô hình khối trong chương trình Pro/ENGINEER

UTILS CMD : Lệnh tiện ích

ANSYS tập hợp các lệnh tiện ích vào mục UTILS COMMANDS. Các lệnh này bổ trợ cho các lệnh chính ở mục trên, làm cho chương trình phong phú, người dùng thuận lợi nhập lệnh.

GENLCMDS : Các lệnh chung

COORDSYS : Hệ trục tọa độ

WRKPLANE : Mặt phẳng làm việc

GRAPHICS : Đồ hoạ

SELECT : Chọn đối tượng xử lý

* COMMAND : Các lệnh chạy chương trình bổ sung

SYSTEM : Lệnh hệ thống

/EXIT : Thoát khỏi chương trình

1. **GENLCMDS**

SAVE RESU : Ghi và đọc các dữ liệu

SAVE : Ghi các dữ liệu hiện có vào FILE

RESUME : Gọi các dữ liệu từ 1 FILE DATABASE

PARSAV : Ghi các Thông số vào FILE đã mã hoá

PARRES : Đọc các Thông số từ FILE đã mã hoá

/CLEAR : Xoá và hồi phục dữ liệu ANSYS

STATUS : Trạng thái

STATUS : Danh sách trạng thái cục bộ trên cơ sở lệnh vừa sử dụng

/STATUS : Danh sách trạng thái chung
(bấm 2 lần cho dữ liệu trạng thái)

RUN MODE : Chạy chương trình theo các kiểu
/BATCH : Nhận dạng theo chương trình định sẵn
/COFIG : Nhận dạng cấu hình cho ANSYS
/COFIG-2 : Bổ xung các chú ý chung

FILE CMDS : Lệnh xử lý theo các FILE
/FILNAM : Đặt tên hoặc đổi tên FILE đang sử dụng
/INPUT : Nhập lệnh và dữ liệu từ FILE đã có
/OUTPUT : Xuất dữ liệu ra FILE đã đặt tên
/EOF : Dừng đọc lệnh từ FILE
/ASSIGN : Gọi lại 1 tên FILE đã định nghĩa
/RENAM : Đặt lại tên 1 FILE
/FTYPE : Gọi kiểu FILE nhị phân
/CLOG : Sao FILE.LOG sang FILE có tên khác
/COPY : Sao chép 1 FILE nhị phân ANSYS từ nơi này sang nơi khác
/DELET : Xoá 1 FILE từ thư mục
/FDELE : Xoá nhanh 1 FILE nhị phân
/PSEARCH : Nhận dạng tên đường dẫn của thư mục cho
một File Macro tìm kiếm

LIST : Liệt kê tên và nội dung các FILE

LIST CTRL : Liệt kê danh sách Kiểm tra

/TITLE : Định nghĩa đầu đề chính cho 1 bảng hoặc hình
/STILLE : Định nghĩa đầu đề con cho 1 bảng hoặc hình
/PAGE : Xác định kích thước cho một trang bảng xuất
/HEADER : Đặt nhận dạng phần đầu cho trang và bảng kết quả
/FORMAT : Định dạng mẫu kiểm tra cho bảng
/NOLIST : Huỷ không cho hiện dữ liệu vào bảng
/GOLIST : Cho hoạt động lại xuất dữ liệu vào bảng nhập
/NOPR : Huỷ không xuất dữ liệu
/GOPR : Hồi phục hoạt động lệnh xuất và không xuất dữ liệu
/NERR : Xác định giới hạn cảnh báo và hàm sai
/COM : Định nghĩa một tóm tắt cho bảng nhập và xuất
C*** : Nhận dạng 1 dòng chú giải cho một bảng Nhập -Xuất

MISC : Lệnh khác

/UNITS : Chỉ định hệ thứ nguyên- đơn vị đo lường cho bài toán

Hệ MKS

Hệ CGS

Hệ SI

Hệ Anh

/WAIT : Tạo thời gian dừng cho câu lệnh

/QUIT : Kết thúc 1 quá trình xử lý và thoát thực hiện lệnh

SYS EXEC : Lệnh thực hiện hệ thống

/SYS : Thực hiện phép toán theo lệnh hệ thống

/SYP : Bỏ qua tham số khi thực hiện lệnh hệ thống

USER PROG : Dừng các chương trình tiện ích khác

/UCMD : Sử dụng các chương trình chuyên cho máy lớn.

2. COORDSYS : Hệ tọa độ

3. WRKPLANE : Mặt phẳng làm việc

4. GRAPHIC : Đồ họa- Vẽ

SETUP : Khởi tạo đồ họa

MENU : Kiểm tra thực đơn

STYLE : Kiểu đồ họa

NUMCOLOR : Kiểm tra số, màu và kí hiệu

VIEW : Kiểm tra tầm nhìn đồ họa

SCALING : Kiểm tra tỷ lệ đồ họa

GRAPHCTL : Kiểm tra kiểu đồ họa

ANOTATE : Chú giải văn bản

5. SELECT : Chọn lựa

GENERAL : Chọn lựa chung

NODE : Chọn nút

ELEMENT : Chọn phần tử

KEYPOINT : Chọn điểm

LINE : Chọn đường

AREA : Chọn diện tích

VOLUME : Chọn khối

COMPONEN : Chọn các thành phần

6. *COMMAND : Các lệnh lập trình bổ sung

PARAMETER : Tham số được đặt tên cho biến

DEFINE : Định nghĩa

REVIEW : Xem lại

OPERCTRL : Kiểm tra toán tử
VECTOPER : Toán tử Vec tơ
MATRIXOPER : Toán tử ma trận
READWRIT : Đọc - Ghi dữ liệu
IF + DO : Lệnh lặp, phân nhánh và tìm kiếm
MACRO : Lệnh macro
ABBREVIA : Lệnh rút gọn

7. SYSTEM : Lệnh hệ thống

SYSFILE : File hệ thống
SYSMISC : Hệ hỗn hợp
DEVICES : Đồ hoạ ANSYS trên máy PC
ABORT : Bỏ qua biểu diễn đồ hoạ mô hình khối tạo lưới/ bảng kê
WAVLIMIT : Giới hạn bài toán trong máy PC

8. EXIT : Thoát khỏi chương trình

REFERENCE : Tham chiếu

GENLINFO: Các thông tin chung
MENUHELP: Thực đơn trợ giúp
FUNDMNTL: Cách tổ chức của ANSYS
PROCEDURE: Các thủ tục và chương trình con
ELEM LIB: Thư viện các phần tử

1. GENLINFO : INCOPACT : Các thông tin chung

DOCUMENT : Các tài liệu phục vụ ANSYS
TRAINING : Các lớp Huấn luyện ANSYS
CUSTSUP : Các trợ giúp đường điện thoại
ANSYSNWS : Thông tin mới của ANSYS
TECHNODE : Các ghi chú
BULLETIN : Bảng tóm tắt
MAILLIST : Liên lạc thư tín điện tử

2. MENU HELP

LAYOUT : Sơ đồ bố trí hệ thực đơn
Trees : Cây với 3 nhánh chính
EachTree : Các nhánh chính và mục đích
Tree Pad : Các nút nhánh
MAIN : Mục lệnh cơ bản
UTILITY : Mục lệnh tiện ích
REFERENCE : Mục lệnh tra cứu

SUMMARY : Tóm tắt

MENU : Thanh thực đơn, có 3 thanh và một cột Menu cạnh

Position : Vị trí, chỉ vị trí hiện tại trong cây

Example : Thí dụ nhánh cây ứng với thực đơn

To Move : Dùng thực đơn chuyển dịch qua các nhánh cây

Scroll : Đưa thực đơn trở về đầu theo thanh trượt

Command : Lệnh

Summary : Tóm tắt

EDITOR : Soạn thảo lệnh

Keyboard : Dùng bàn phím nhập dữ liệu

Follow : Thực đơn sẽ không tuân theo khi nhập từ bàn phím

SAMPLE : Thí dụ một lệnh bấm vào sẽ tuân theo như thế nào

Pop-Up : Thực đơn kéo lên để soạn thảo

TEXT : Thực đơn kéo lên của nhãn văn bản được chỉ định cho trường văn bản

Num : Thực đơn kéo lên dạng số cho trường số

Genl : Thực đơn kéo lên dạng ký tự + số

Summary : Tóm tắt trợ giúp trong mục soạn thảo

INFO PAD : Các phím chọn thông tin

ButnMenu : Các phím thực đơn

BtnBehav : Các phím ứng xử

ActionBt : Phím tác động: Quit, Apply, Help

More Bt : Phím tác động bổ sung

Parm : Phím mảng tham số

Stat : Phím cửa trạng thái chung

List : Phím chọn danh mục

Grph : Phím chọn vẽ hình

Abbr : Phím tóm tắt các thông số

Help : Phím chọn trợ giúp

Sele : Phím chọn

Misc : Phím chọn hỗn hợp

Summary : Tóm tắt

List : Danh mục kê

CTLPanel : Bảng điều khiển

MENUCMDS : Lệnh thực đơn

3. FUNDMNTL : Cấu trúc nền tảng của ANSYS

ON ORGANI : Cấu trúc theo tổ chức của ANSYS

- On Process : Tổ chức theo quá trình xử lý
- On Exit : Thoát ra khỏi quá trình xử lý
- ON MODE : Tổ chức theo mode tương tác và Bat
- ON DATABA : Tổ chức theo dữ liệu
 - On Saving : Ghi và Đọc dữ liệu ANSYS
 - On Select : Chọn lựa dữ liệu
 - On Compro : Các thành phần được đặt tên của dữ liệu
- ON FILES : Sử dụng dữ liệu FILE
- ON COMMAND : Mục tiêu và định dạng lệnh
 - On Format : Định dạng lệnh ANSYS
 - On Argum : Lệnh tham số
 - On Help : Trợ giúp diễn giải các lệnh
 - On Commen : Đưa chú thích vào ANSYS
 - On Indent : Chèn thêm dòng chú thích
- ON GRAPHI : Đồ hoạ trong ANSYS
 - Cmd Graph : Lệnh kiểm tra chế độ đồ hoạ
 - Menu Graph : Thực đơn đồ hoạ
- UNITS : Thứ nguyên- Hệ đơn vị và chuyển đổi
 - To SI From CGS : Chuyển đổi từ SI sang CGS
 - From Brit : Chuyển từ SI sang hệ Anh
 - To CGS From SI : Từ SI sang CGS
 - From Brit : Từ Anh sang CGS
 - To Brit From SI : Từ SI sang ANH
 - From CGS : Từ CGS sang Anh

4. PROCEDURE : Các thủ tục- Chương trình con

- GENERAL** : Các bước cơ sở trong phân tích ANSYS
- BUIDMOD** : Thiết lập MODE Tiên xử lý
 - Jobspecs : Đặt Tên chương trình và tiêu đề
 - Enter : Chạy chương trình PREP7
 - ElemType : Xác định kiểu phần tử
 - RealCons : Xác định hằng số đặc trưng hình học
 - Matprop : Xác định thuộc tính vật liệu
 - Model : Xây dựng mô hình hình học
 - Finish : Kết thúc Tiên xử lý
- SOLUTION** : Xử lý Giải quyết bài toán theo mô hình
 - Enter : Chạy xử lý SOLUTION

AnalyTyp : Xác định kiểu phân tích
 AnalyMth : Xác định phương pháp phân tích
 AnalyOpt : Chọn cách phân tích
 MstrDOFS : Xác định độ tự do
 Loads : Đặt tải
 LStepOpt : Chọn bước đặt tải
 Solve : Giải bài toán theo điều kiện biên
 Finish : Kết thúc SOLUTION
 MultStep : Xác định xử lý đa bước
 MultStep-2 : Xác định xử lý đa bước
 MultStep-3 : Tiếp Xác định xử lý đa bước
 Batch : Chạy tự động theo File Bat
 Restart : Khởi động lại
 Result : Kết quả tính toán
 POST1 : Kết quả bài toán tĩnh
 POST26 : Kết quả bài toán động
STRUCTURES : Kết cấu
 STATIC : Thủ tục phân tích cấu trúc bài toán tĩnh
 Overview : Khái quát chung
 ProcStep : Bước xử lý
 Builmode : Lập mode
 Solution : Giải
 Result : Kết quả
 Restart : Khởi động lại
 GuidLine : Dòng hướng dẫn
 AnalyOpt : Phân tích tối ưu
 Loads : Đặt tải
 LstepOpt : Chọn bước
 MODAL : Thủ tục phân tích kiểu MODE
 Overview : Khái quát chung
 ProcStep : Định bước xử lý
 Builmode : Lập mode
 Solution- : Giải
 Result : Kết quả
 Restart : Khởi động lại
 GuidLine : Dòng hướng dẫn

GuidLine_2 : Dòng hướng dẫn
GuidLine_3 : Dòng hướng dẫn
HARMONIC : Phân tích dao động cộng hưởng
HarmFull : Dao động đầy đủ
HarmRedu : Dao động rút gọn
HarmMsup : Dao động phụ
TRANSIEN : Chuyển đổi
TranFull : Chuyển đổi đầy đủ
TranRedu : Chuyển đổi rút gọn
TranMSup : Chuyển đổi phụ
SPECTRUM : Phân tích phổ
Procstep : Định bước xử lý
GuideLn-2 : Dòng hướng dẫn
BUCKLING : Phân tích lạp
SUBSTRUC : Phân tích cấu trúc con
THERMAL : Bài toán nhiệt
STATIC : Bài toán tĩnh
Overview : Khái quát chung
ProcStep : Bước xử lý
Builmode : Lập mode
Solution : Giải
Result : Kết quả
Restart : Khởi động lại
GuidLine : Dòng hướng dẫn
TRANSIEN : Phân tích Chuyển đổi
SUBSTRUC : Cấu trúc con
MAGNETIC: Bài toán từ
MAGSTAT : Từ trường tĩnh
Overview : Khái quát chung
StatVect : Trạng thái vec tơ
StatRSP : Trạng thái RSP
StatDSP : Trạng thái DSP
StatGSP : Trạng thái GSP
MAGHARM : Công hưởng từ
Overview : Khái quát chung
ProcStep : Bước xử lý

GuideLine : Dòng hướng dẫn
GuideLine-2 : Dòng hướng dẫn
GuideLine-3 : Dòng hướng dẫn
GuideLine-4 : Dòng hướng dẫn

MAGTRAN : Chuyển đổi từ

Overview : Khái quát chung

ProcStep : Bước xử lý

GuideLine : Dòng hướng dẫn

GuideLine-2 : Dòng hướng dẫn

GuideLine-3 : Dòng hướng dẫn

SUBSTRUC : Cấu trúc con

ELECTRIC : Bài toán điện

STATIC : Tính toán Tĩnh

Overview : Khái quát chung

ProcStep : Bước xử lý

GuideLine : Dòng hướng dẫn

SUBSTRUC : Cấu trúc con

FLUID : Phân tích Chất lỏng

FLOTRAN : Chương trình tính toán thủy lực

Overview : Khái quát chung

ProcStep : Bước xử lý

GuideLine : Dòng hướng dẫn

HARMONIC : Điều hoà

Overview : Khái quát chung

ProcStep : Bước xử lý

GuideLine : Dòng hướng dẫn

SUBSTRUC : Cấu trúc con

5. ELEM LIB : Thư viện phần tử

By TYPE : Phần tử tổ chức theo kiểu

By CPMMAND : Phần tử tổ chức theo lệnh

STRUCTURE : Phần tử cấu trúc

SPAR : Phần tử thanh

BEAM : Phần tử dầm

PIPE : Phần tử ống

2D SOLIDS : Phần tử khối đặc 2D

3D SOLID : Phần tử khối đặc 3D

SHELL : Phần tử tấm vỏ
SPECLTY : Phần tử đặc biệt
CONTACT : Phần tử tiếp xúc

SPAR : Phần tử thanh

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

BEAM : Phần tử dầm

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

PIPE : Phần tử ống

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

2D-SOLID : Phần tử khối đặc 2D

2D-ELAST : Phần tử khối đặc 2D đàn hồi
8NodQuad : Phần tử 2D, 8 nút kết cấu tứ diện PLANE82
4NodQuad : Phần tử 2D, 4 nút kết cấu, tứ diện PLANE42
Triangle : Phần tử 2D, 6 nút, kết cấu tam giác PLANE2
Hyper : Siêu đàn hồi
8NodMixd : Phần tử 2D, 8 nút, siêu đàn hồi HYPER74
4NodMixd : Phần tử 2D, 4 nút, siêu đàn hồi HYPER6
8NodQuad : Phần tử 2 D, 8 nút tứ diện, siêu đàn hồi HYPER84
Visco : Nhớt
8NodQuad Phần tử 2D, 8 nút tứ diện, nhớt VISCO88
8NodPlas Phần tử 2D, 8 nút, tứ diện dẻo nhớt VISCO108
4NodPlas Phần tử 2D, 4 nút, tứ diện dẻo nhớt VISCO106
HARMONIC : Phần tử 2D điều hoà
8NodQuad Phần tử 8 nút, đối xứng, điều hoà tứ diện PLANE83
4NodQuad Phần tử 4 nút, Cấu trúc đối xứng trục PLANE25

3D-SOLID : Phần tử vật đặc 3D

GENERAL: Phần tử 3D

20NodBri : PT Khối 3D, 20 nút, hộp, cấu trúc SOLID95

Brick : PT Khối 3D, 8 nút, hộp, cấu trúc SOLID45

Tetrahod : PT Khối 3D, 10 nút, chóp, cấu trúc SOLID92

RotBrick : PT Khối 3D, 8 nút, hộp có DOF quay SOLID92

RotTetra : PT khối 4 nút, chóp quay SOLID72

HYPER : Siêu đàn hồi

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

Brick : PT 3D, 8 nút, khối hộp, siêu dẻo HYPER86

VISCO : Nhớt

PlasBrck : PT khối hộp đặc siêu dẻo VISCO107

ANISOTRP : Khối không đồng nhất

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

ReinBri : PT Khối hộp, bê tông được gia cố SOLID65

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

SHELL : Phần tử dạng tấm- vỏ

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

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

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

MemBrame : PT màng, điện từ, 4 nút SHELL41

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

SPECTLY : Phần tử hỗn hợp

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

ACTUATOR : Phần tử kích động LINK11

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

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

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

CONTACT : Phần tử tiếp xúc

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

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

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

3DPntPnt : PT tiếp xúc điểm-điểm 3D CONTAC52

RigidSur : PT tiếp xúc mặt cứng CONTAC26

THERMAL : Bài toán nhiệt

LINK : Phần tử nhiệt với truyền nhiệt giữa 2 điểm

2DCnDuct : PT thanh Dẫn nhiệt 2D LINK32

3DCnDuct : PT thanh Dẫn nhiệt 3D LINK33

CONVert : PT 2 nút Đối lưu LINK34

Radiate : PT Bức xạ nhiệt LINK31

2D SOLID : Phần tử nhiệt đặc 2D

8Nod Quad : PT 2D, 8 nút, Tứ giác PLANE77

4 Nod Quad : PT 2D, 4 nút, Tứ giác PLANE55

Triangle : PT 2D, 6 nút, Tam giác PLANE78

NodHarm : PT 8 nút, đối xứng trục điều hoà PLANE78

4NodHarm : PT 4 nút, đối xứng trục điều hoà PLANE75

3D SOLID : Phần tử đặc 3 D

20NodBri : PT 3D, 20 nút, hộp đặc SOLID90

Brick : PT 3D, 8 nút, hộp đặc SOLID70

Tetrahed : PT 3D, 10 nút hộp đặc khối chóp SOLID87

SHELL : Phần tử tấm

MASS : Phần tử khối lượng

FLUID : Bài toán chất lỏng

2D Quad : PT 2D, 4 nút, tứ diện dòng chảy FLUID79

3D Brick : PT 3D, 8 nút khối hộp FLUID80

HARMONIC : PT 4 nút đối xứng, điều hoà, dòng chảy FLUID81

2D FLOW : PT 2D, đẳng tham số, khối đặc, Nhiệt-Lỏng FLUID15

PIPE Flow : PT 3D, 4 nút, truyền nhiệt - truyền khối FLUID66

2D Acoust : PT 2D, 4 nút, dòng chảy, dưới âm FLUID29

3D Acoust : PT 3D, 8 nút, dòng chảy, dưới âm FLUID30

MAGNETIC : Bài toán từ

3D SOLID : PT 3D cặp đôi Điện - Từ SOLID96

8NodQuad : PT 2D, 8 nút, cặp đôi Điện-Từ PLANE53

2Dbound : PT 2D, biên vô hạn INFIN9

3Dbound : PT 3D, biên vô hạn INFIN47

SurSourc : PT nguồn bề mặt SOURC36

Other : PT phân tích từ, tại các điểm khác nhau

MULTIFLD : Phần tử đa trường

3D-LINK : PT 3D, 2 nút cặp đôi, Điện-Nhiệt, 1 chiều LINK68

MultQuad : PT 2D đặc, cặp đôi, Nhiệt-Điện PLAN13

ThElQuad : PT 2D, 4 nút, đặc, cặp đôi Nhiệt-Điện PLAN67

MultBrck : PT 3D, 8 nút, đặc, cặp đôi SOLID5

ThElBrck : PT 3D, 8 nút, đặc, cặp đôi Nhiệt-Điện SOLID69

Tetrahed : PT 10 nút, khối chóp, Từ-Nhiệt-Cấu trúc-Điện SOLID98

GENERAL : Mô hình phần tử tổ hợp

SprngDmp : PT 2 nút, lò xo, cản dọc/xoắn COMBIN14

Combinat : PT 3D, 2 nút, tổ hợp Lò xo-Khối lượng-Cản-GAP COMBIN40

ForcDefl : PT 2 nút, phi tuyến, Lực tập trung-Uốn-Lò xo COMBIN39

Control : PT điều khiển COMBIN37

2Dsurf : PT 2D hiệu ứng bề mặt SURF19

3Dsurf : PT 3D hiệu ứng bề mặt SURF22

Substruc : PT cấu trúc con và siêu phần tử MATRIX50

By Name : Theo tên

FEAT : Tính chất chung

REAL CONST : Hằng số đặc trưng hình học của đối tượng

MATERIALE : Thuộc tính vật liệu

LOADs : Đặt tải và điều kiện biên

KEY-i : Nhập lệnh từ bàn phím

OUTPUT : Xuất kết quả

ETABLE : Kết quả dạng bảng

RESTRiction : Lấy số liệu từ file có sẵn

IFIG : Nhập dữ liệu dạng hình vẽ

OFIG : Xuất dữ liệu dạng hình vẽ.

Chương II. SỬ DỤNG CÁC LỆNH TRONG ANSYS

I. KHỞI ĐỘNG ANSYS

Khởi động ANSYS : ANSYSSED.BAT và Enter.

Có 2 cách : sử dụng MENU và không dùng MENU:

Dùng lệnh MENU, ON/OFF.

Cách tiến hành: khởi động ANSYS , màn hình xuất hiện dòng BEGIN :

Nếu không dùng cách vào bằng Menu:

Nhập lệnh sau dòng BEGIN:

/MENU, OFF {Đóng menu, sử dụng màn hình đen để nhập lệnh}

/PREP7 {Bắt đầu khởi tạo lệnh tiền xử lý}

Nhập từng lệnh bằng bàn phím và ENTER, sau mỗi câu lệnh, chương trình sẽ trả lời ý nghĩa của các tham số nhập vào. Nếu nhập sai, có thể dùng lệnh xoá lệnh và nhập lại.

Nếu dùng cách nhập qua MENU (MENU/ON):

Nhập lệnh sau BEGIN :

ENTER

Chương trình sẽ xuất hiện màn hình MENU và sử dụng chuột tìm các lệnh trong MENU, sau đó nhập dữ liệu vào dòng soạn thảo lệnh theo đúng tên tham số. Muốn thực hiện lệnh, dùng chuột bấm vào phím EXEC, nếu nhập lệnh qua dòng soạn thảo phải bấm vào phím Key.

Kết thúc và thoát khỏi chương trình:

/EXIT và bấm ENTER.

II. MỘT SỐ LỆNH CƠ BẢN

2.1 Các lệnh trong tiền xử lý PREPROCESSOR

2.1.1 Khai báo kiểu phần tử

ET : Kiểu phần tử

Cú pháp:

ET, ITYPE, Ename, KOP1, ..., KOP6, INOPR

Hàm

Kiểu phần tử, gọi kiểu phần tử trong thư viện phần tử

Tham số

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

Ename : Tên mã kiểu phần tử

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

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

ETDELET : {Xoá kiểu phần tử đã định nghĩa}

Cú pháp

ETDELE, ITYP1, ITYP2, INC

Hàm

Lệnh xoá kiểu phần tử đã định nghĩa

Tham số

ITYP1 Xoá kiểu phần tử đã định nghĩa đầu

ITYP2 Xoá kiểu phần tử đã định nghĩa cuối

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

ETABLE

Cú pháp

ETABLE, Lab, ITEM, COMP

Hàm

Lập bảng dữ liệu

Tham số

Lab : Nhãn

ITEM, COMP : Các đại lượng được kê trong bảng

2.1.2 Khai báo vật liệu

R, 1, 32, 170.67, 8

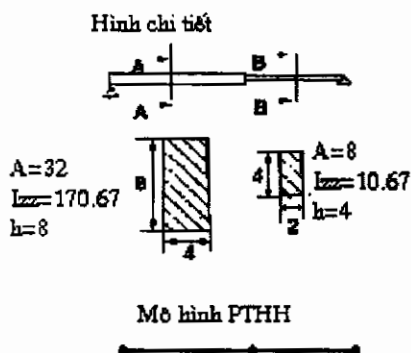
(A1=32; L=170.67;

h1=8)

R, 2, 8, 10.67, 4,

(A2=8; L=10.67

h2=4)



Hình 8. Dữ liệu hằng số đặc trưng hình học cho thanh - BEAM3

R hoặc REAL

Cú pháp

R,NSET,R1,R2,R3...R6

Hàm

R hoặc Real : Khai báo các hằng số đặc trưng hình học vật liệu

Tham số

NSET : Số hiệu vật liệu khai báo

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

RMORE

Cú pháp

RMORE, R7, R8, ..., R12

Hàm

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

Tham số

R7~R12 : Các tham số vật liệu loại từ 6 đến 12 theo quy định

RDELE

Cú pháp

RDELE,NSET1,NSET2,NINC

Hàm

Xoá các hằng số đặc trưng hình học vật liệu đã định nghĩa

Tham số

NSET1 : Xoá phần tử đã định nghĩa đầu tiên

NSET2 : Xoá phần tử đã định nghĩa sau cùng

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

MP

Cú pháp

MP,Lab,MAT,C0,C1, ..., C4

Hàm

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

Tham số

Lab : Các nhãn của thuộc tính:

- EX : Môđun đàn hồi theo trục X
- EY : Môđun đàn hồi theo trục Y
- EZ : Môđun đàn hồi theo trục Z
- GXY : Môđun trượt theo mặt X-Y
- GXZ : Môđun trượt theo mặt X-Z

- GYZ : Môđun trượt theo mặt Y-Z
- NUXY : Hệ số Poisson trên mặt X-Y
- NUXZ : Hệ số Poisson trên mặt X-Z
- NUYZ : Hệ số Poisson trên mặt Y-Z
- MU : Hệ số ma sát (Theo luật Culon)

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

MAT : Số vật liệu

Khi tính chất vật liệu biến đổi theo thời gian, nhiệt độ... quan hệ có thể biểu diễn theo đa thức:

$$H(T) = C0 + C1.T + C2.T^2 + C3.T^3 + C4.T^4$$

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

MPDELE

Cú pháp

MPDELET, Lab, MAT1, MAT2, INC

Hàm

Xoá khai báo thuộc tính vật liệu

Tham số

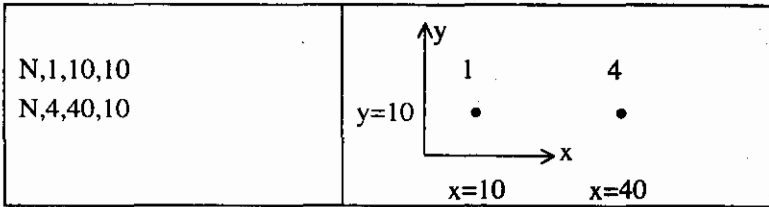
Lab : Các nhãn của thuộc tính vật liệu

MAT1 : Nhãn vật liệu đầu

MAT2 : Nhãn vật liệu cuối

INC : Bước nhảy giữa nhãn 1 và nhãn 2

2.1.3 Xây dựng mô hình FEM



Hình 9. Định nghĩa nút

N : Định nghĩa Nút

Cú pháp

N, NODE, X, Y, Z, THXY, THYZ, THZX

Hàm

Định nghĩa nút trong hệ toạ độ được chọn

Tham số

NODE : Số thứ tự nút

X,Y,Z : Toạ độ của nút trong hệ được chọn

THXY : Góc quay theo trục XY

THYZ : Góc quay theo trục YZ

THZX : Góc quay theo trục ZX

FILL

Cú pháp

FILL, NODE1, NODE2, NFILL

Hàm

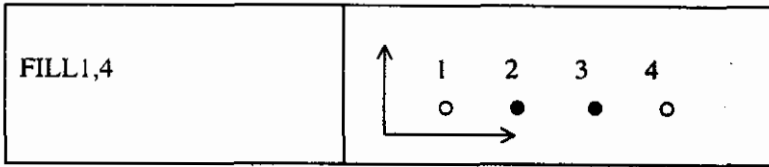
Điền chèn các nút giữa 2 nút đã được định nghĩa

Tham số

NODE1 Số thứ tự nút đầu

NODE2 Số thứ tự nút cuối trong đoạn cần chia

NFILL Chia đều khoảng và điền nút vào khoảng giữa



Hình 10. Điền chèn nút

NGEN

Cú pháp

NGEN, ITIME, INC, NODE1, NODE2, NINC, DX, DY, DZ, SPACE

Hàm

Tái sinh các nút đã được định nghĩa để tạo lưới

Tham số

ITIME : Số lần tái sinh, kể cả dãy nút đã có

INC : Số bước lặp

NODE1 : Nút đầu trong dãy tái sinh NODE1

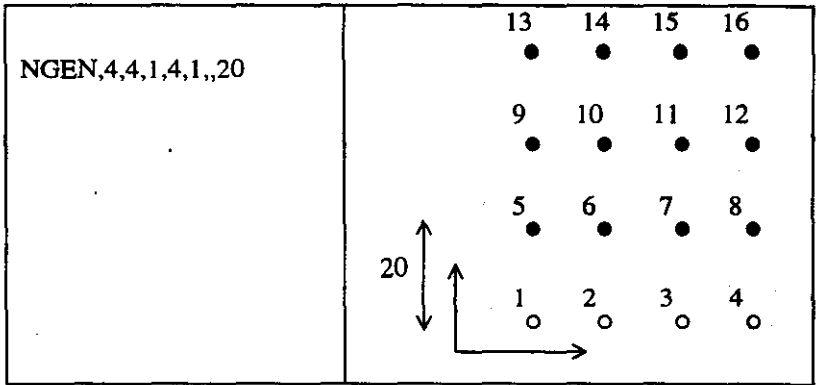
NODE2 : Nút cuối trong dãy tái sinh NODE2

NINC : Số dãy giữa NODE1 và NODE2

DX : Khoảng cách giữa các nút theo X

DY : Khoảng cách giữa các nút theo Y

DZ : Khoảng cách giữa các nút theo Z



Hình 11. Tái sinh nút

NDEL

Cú pháp

NDELL, NODE1, NODE2, NINC

Hàm

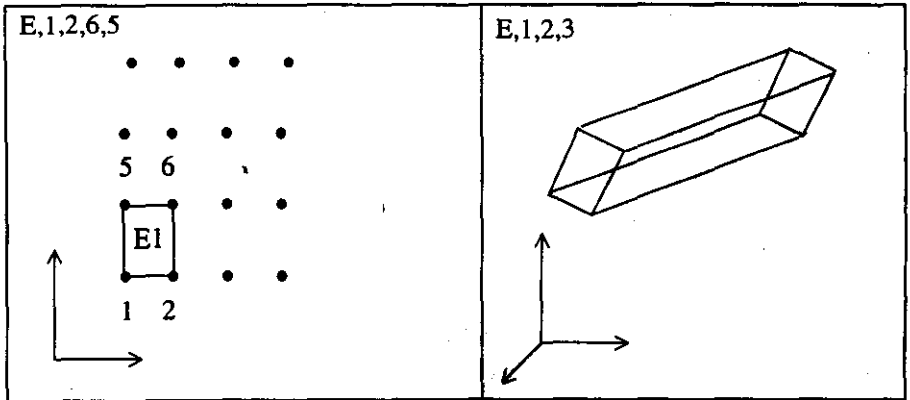
Xóa các nút đã định nghĩa

Tham số

NODE1 : Nút xoá đầu

NODE2 : Nút xoá cuối

NINC : Bước tiến xoá nút



Hình 12. Định nghĩa phần tử

E : Định nghĩa phần tử

Cú pháp

E, I, J, K, L, M, N, O, P

Hàm

Định nghĩa phần tử theo tên nút

Tham số

I,...,P Số thứ tự nút thuộc phần tử, được đánh ngược chiều kim đồng hồ

EMORE

Cú pháp

EMORE, Q, R, S, T, U, V, W, X

Hàm

Các nút bổ xung cho phần tử

Tham số

Q,..., X : Số thứ tự nút được bổ xung, đánh số ngược chiều kim đồng hồ

EGEN

Cú pháp

EGEN, ITIME, NINC, IEL1, IEL2, IEINC

EGEN, ITIME, NINC, -N

Hàm

Tái tạo phần tử theo phần tử con đã định nghĩa

Tham số

ITIME : Số lần tái tạo, kể cả phần tử đã có

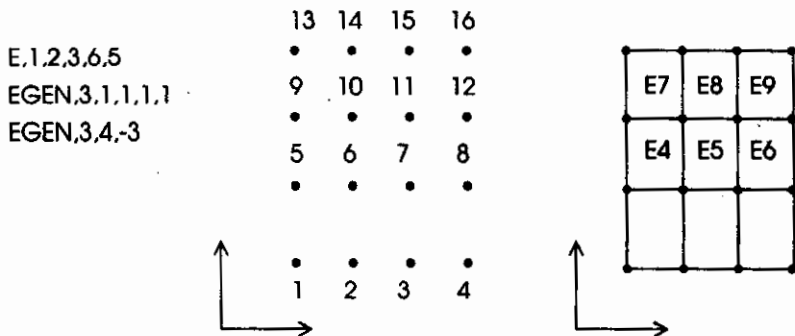
NINC : Số bước tiến

IEL1 : Phần tử đầu

IEL2 : Phần tử cuối

IEINC : Số bước tái tạo

N : Tái tạo theo chiều vuông góc.



Hình 13. Tạo phần tử

EDELE

Cú pháp

EDELE, IEL1, IEL2, NINC

Hàm

Xoá các phần tử đã định nghĩa

Tham số

IEL1 : Phần tử đầu cần xoá

IEL2 : Phần tử cuối cần xoá

INC : Bước tiến xoá

NSYM

Cú pháp

NSYM, Ncomp, INC, NODE1, NODE2, NINC

Hàm

Tạo nút bằng cách đối xứng

Tham số

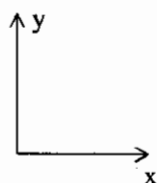
Ncomp : Số lần tạo

INC : Bước tạo

NODE1 : Nút đầu tạo đối xứng

NODE2 : Nút cuối tạo đối xứng

NSYM,4,20,1,16,1



•	•	•	•
21	22	23	24
•	•	•	•
25	26	27	28
•	•	•	•
29	30	31	32
•	•	•	•
33	34	35	36

Hình 14. Tạo nút bằng phép đối xứng

ESYM

Cú pháp

ESYM,-,NINC, IEL1, IEL2, IEINC

Hàm

Tạo phần tử bằng cách đối xứng

Tham số

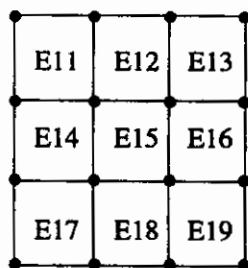
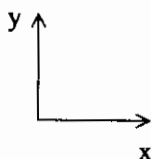
NINC : Số bước tạo phần tử

IEL1 : Phần tử đầu được đối xứng

IEL2 : Phần tử cuối được đối xứng

IENIC : Bước đối xứng

ESYM,,20,1,9,1



Hình 15. Tạo phần tử bằng phép đối xứng

2.1.4 Lệnh dựng Mô hình khối

Điểm

K

Cú pháp

K,NPT,X,Y,X

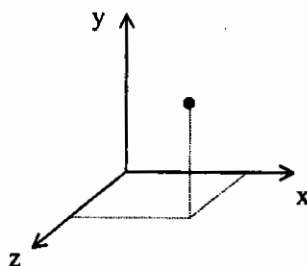
Hàm

Định nghĩa điểm hình học

Tham số

NPT : Số thứ tự điểm

X,Y,Z : Toạ độ của điểm



Hình 16. Định nghĩa điểm

KFILL

Cú pháp

KFILL,NP1,NP2,NFILL

Hàm

Điền các điểm giữa 2 điểm cho trước

Tham số

NP1 : Số thứ tự của điểm thứ nhất

NP2 : Số thứ tự của điểm thứ 2

NFILL : Số điểm cần chia giữa NP1 và NP2

KGEN

Cú pháp

KGEN,ITIME,NP1, NP2, NINC, DX,DY,DZ, KINC

Hàm

Tái sinh các điểm từ các điểm đã có

Tham số

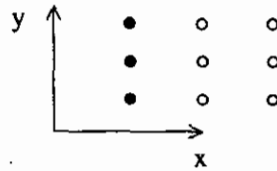
ITIME : Số lượng điểm cần tạo, kể cả điểm đã có

NP1 : Điểm đầu

NP2 : Điểm cuối

NINC : Bước tiến tạo điểm

DX,DY,DZ : Các trị số theo hướng



Hình 17. Tái sinh điểm

KSYMM

Cú pháp

KSYMM,NCOMP,NP1,NP2,NINC,KINC

Hàm

Tạo các điểm bằng cách đối xứng

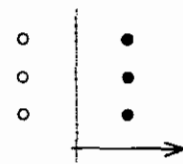
NCOMP : Đường đối xứng vuông góc với trục

NP1 : Điểm đầu

NP2 : Điểm cuối

NINC : Bước tăng từ NP1 đến NP2

KINC : Bước tăng của điểm



Hình 18. Tái sinh bằng đối xứng

KDELE

Cú pháp

KDELE,NP1,NP2,NINC

Hàm

Xoá điểm

Tham số

NP1 : Điểm đầu

NP2 : Điểm cuối

NINC : Bước tiến của điểm

Đường

L

Cú pháp

L,P1,P2

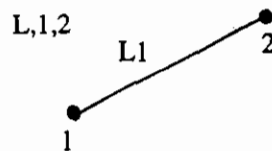
Hàm

Định nghĩa đường từ 2 điểm cho trước

Tham số

P1 : điểm đầu

P2 : điểm cuối



Hình 19. Định nghĩa đường

LDIV

Cú pháp

LDIV,NL1,RATIO,PDIV,NDIV,KEEP

Hàm

Chia đường thành nhiều đoạn phần tử

Tham số

NL1 : Số hiệu đường cần chia

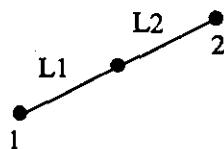
RATIO : Tỷ lệ chiều dài cần chia

PDIV : Số điểm chia

NDIV : Số lượng đoạn mới, mặc định =2

KEEP = 0 : Đường cũ bị xoá

= 1 : Đường cũ giữ nguyên



Hình 20. Chia đường

LCOMB

Cú pháp

LCOMB,NL1,NL2,KEEP

Hàm

Hợp nhiều đường thành 1 đường

Tham số

NL1 : Đường thứ nhất

NL2 : Đường thứ 2

NDIV : Số đoạn nối mặc định bằng 2

KEEP = 0 : Đường cũ bị xoá

= 1 : Đường cũ giữ nguyên

LDELE

Cú pháp

LDELE, NL1, NL2, NINC, KSWP

Hàm

Xoá đường đã định nghĩa

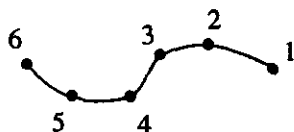
Tham số

NL1 : Đoạn đầu cần xoá

NL2 : Đoạn cuối cần xoá

NINC : Số bước của các đoạn

KSWP = 1 Các điểm hình học cũng được xoá



Hình 21. Nối điểm

SPLINE

Cú pháp

SPLINE, P1,.....,P6

Hàm

Nối trơn các điểm thành đường cong

LARC

Cú pháp

LARC, P1,P2, PC, RAD

Hàm

Vẽ một cung

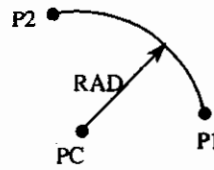
Tham số

P1 : Điểm bắt đầu cung

P2 : Điểm kết thúc cung

PC : Tâm

RAD : Bán kính



Hình 22. Xác định cung tròn

CIRCLE

Cú pháp

CIRCLE, PCENT, RAD, PAXIS, PZERO, ARC, NSEG

Hàm

Vẽ vòng tròn

Tham số

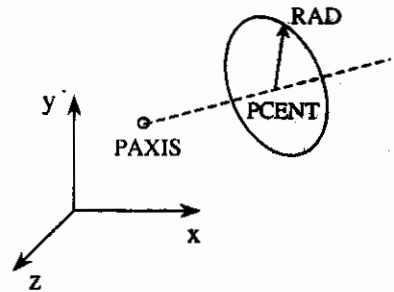
PCENT : Tâm vòng tròn

RAD : Bán kính vòng tròn

PAXIS : Điểm đi qua đường vuông góc với mặt phẳng chứa vòng tròn và qua tâm vòng tròn

ARC : Góc cung cần vẽ, mặc định = 360°

NSEG : Số phần chia vòng tròn, mặc định là 4.



Hình 23. Vẽ vòng tròn

LGEN

Cú pháp

LGEN, ITIME, NL1, NL2, NINC, DX, DY, DZ

Hàm

Tái tạo các đường trên cơ sở các đường đã có

Tham số

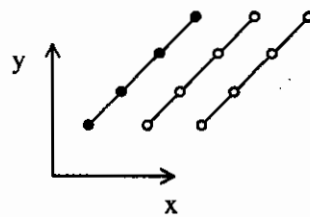
ITIME Số đường tái sinh, kể cả đường cũ

NL1 : Đường đầu

NL2 : Đường cuối

NINC : Bước tiến các đường

DX, DY, DZ : Khoảng cách giữa các đường



Hình 24. Tái tạo đường

LSYMM

Cú pháp

LSYMM, NCOMP, NL1, NL2, NINC

Hàm

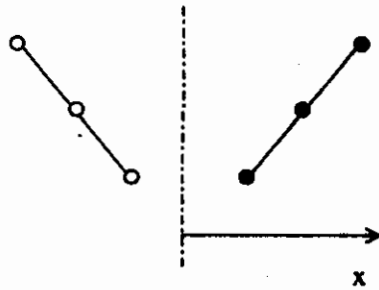
Tạo đường bằng cách đối xứng gương

Tham số

NCOMP : Pháp tuyến đường đối xứng

NL1 : Đường đầu

NL2 : Đường cuối



Hình 25. Tạo đường bằng đối xứng

LFILLT

Cú pháp

LFILLT, NL1, NL2, RAD

Hàm

Nối 2 đường bằng một bán kính coi

NL1 : Đường thứ nhất

NL2 : Đường thứ 2

RAD : Bán kính



Hình 26. Tạo bán kính cong

Diện tích

A

Cú pháp

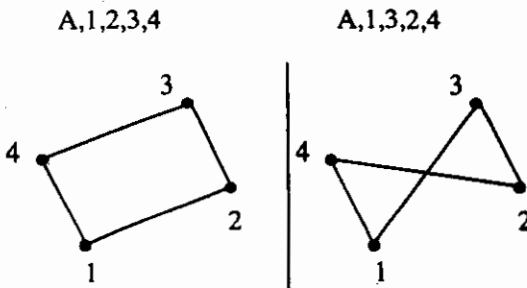
A,P1,P2,P3,P4,....

Hàm

Định nghĩa một diện tích

Tham số

P1...P9 : Các điểm đã được định nghĩa



Hình 27. Định nghĩa diện tích

AL

Cú pháp

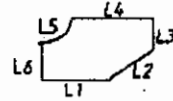
AL,L1,.....,L10

Hàm

Xác định diện tích bằng các đường đã định nghĩa

Tham số

L1,.....,L10 : Các đường đã định nghĩa



Hình 28. Định nghĩa diện tích bằng các đường bao

ASKIN

Cú pháp

ASKIN, NL1,....., NL9

Hàm

Định giới hạn cho các đường

Tham số

NL1, ..., NL2 :

Các đường cần xác định giới hạn



Hình 29. Hạn chế chiều dài đường

AGEN

Cú pháp

AGEN, ITIME, NA1,NA2,NINC, DX,DY,DZ

Hàm

Tái tạo các mặt trên cơ sở các đường

Tham số

ITIME : Định số mặt cần tạo, kể cả mặt ban đầu

NA1 : Mặt đầu tiên

NA2 : Mặt cuối

NINC : Bước tiến các mặt

DX,DY,DZ : Khoảng cách các mặt



Hình 30. Tái tạo các diện tích

ARSYM

Cú pháp

ARSYM, NCOMP, NA1, NA2, NINC

Hàm

Tạo cung đối xứng

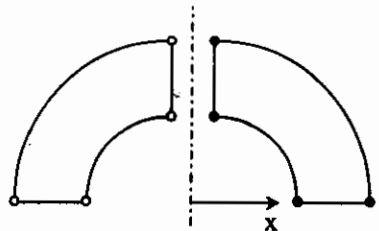
Tham số

NCOMP : Pháp tuyến của đường đối xứng

NA1 : Đường 1

NA2 : Đường 2

NINC : Bước tiến giữa 2 đường



Hình 31. Tạo diện tích đối xứng

AROTAT

Cú pháp

AROTAT, NL1, ..., NL6, PAX1, PAX2, ARC

Hàm

Quay diện tích tạo khối

Tham số

NL1...NL6 : Các đường chuẩn tạo mặt ban đầu

PAX1 : Điểm đầu của trục quay

PAX2 : Điểm cuối của trục quay



Hình 32. Tạo diện tích quay

ADRAG

Cú pháp

ADRAG, NL1, ..., NL6, NLP1, ..., NLP6

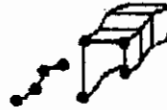
Hàm

Tạo khối từ một diện tích được di chuyển theo một đường cong

Tham số

NL1...NL6 : Các đường tạo nên mặt ban đầu

NLP1...NLP6 : Điểm đầu và cuối của quỹ đạo tái sinh



Hình 33. Tạo mặt theo quỹ đạo

Thể tích

V

Cú pháp

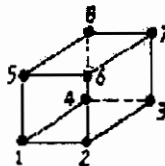
V, P1, ..., P8

Hàm

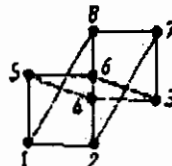
Định nghĩa một thể tích từ các điểm cho trước

P1...P8 : Các điểm xác định thể tích

V.1.2.6.5.4.3.7.8



V.1.2.7.8.4.3.6.5



Hình 34. Xác định thể tích từ một

VA

Cú pháp

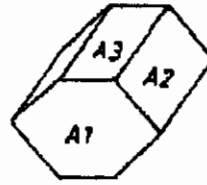
VA, A1, ..., A10

Hàm

Định nghĩa một thể tích từ các diện tích đã định nghĩa

Tham số

A1, ..., A10 : Các mặt đã định nghĩa.



Hình 35. Xác định thể tích từ một

VGEN

Cú pháp

VGEN, ITIME, NV1, NV2, NINC, DX, DY, DZ

Hàm

Tạo khối lớn từ các phân khối nhỏ

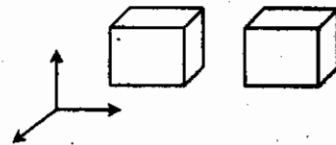
Tham số

ITIME Số khối cần tạo, kể cả khối đã có

NV1, NV2 : Khối đầu và khối cuối

NINC : Bước tiến khối

DX, DY, DZ : Khoảng cách giữa các khối



Hình 36. Tái sinh khối

VSYMM

Cú pháp

VSYMM, NCOMP, NV1, NV2, NINC

Hàm

Tạo khối bằng cách cho đối xứng gương

Tham số

NCOMP : Pháp tuyến với mặt chiếu gương

NV1, NV2 : Khối đầu và khối cuối

NINC : Bước tiến khối



Hình 37. Tạo khối đối xứng

VROT

Cú pháp

VROT, NA1, ..., NA6, PAX1, PAX2, ARC

Hàm

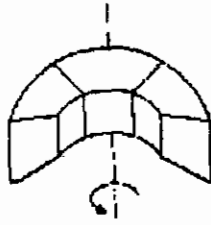
Tạo khối bằng cách quay

Tham số

NA1..NA6 : Tên khối ban đầu

PAX1, PAX2 : Điểm 1 và điểm 2 trục đối xứng đi qua

ARC : Cung quay.



Hình 38. Tạo khối bằng phép quay

VDRAG

Cú pháp

VDRAG, NA1, ..., NA6, NP1, ..., NP6

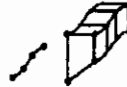
Hàm

Tạo khối từ một mặt dịch theo một quỹ đạo

Tham số

NA1...NA6 : Các mặt ban đầu

NLP1, NLP6 : Đường cong quỹ đạo đầu và cuối



VOFFST

Cú pháp

VOFFST, NAREA, DIST, KINC

Hàm

Tạo khối bằng cách in

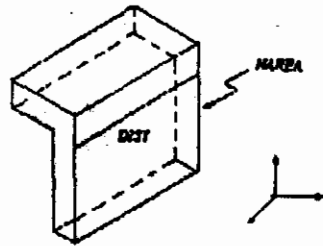
Tham số

NAREA: Tên diện tích sao in

DIST : Khoảng cách dịch chuyển in

KINC : Bước tiến điểm

Hình 39. Tạo khối bằng quay mặt



VEXT

Cú pháp

VEXT, NA1, NA2, NINC, DX, DY, DZ, RX, RY, RZ

Hàm

Tạo khối từ một diện tích, có biến đổi

Tham số

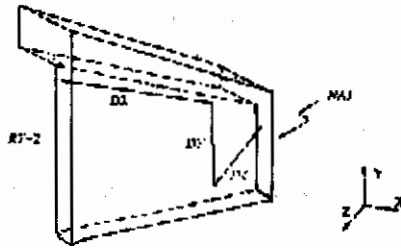
NA1, NA2 : Diện tích ban đầu dùng để tạo khối

NINC : Bước tiến của diện tích

Hình 40. Tạo khối bằng OFFSET

DX, DY, DZ : Khoảng cách dịch chuyển để tạo khối

RX,RY,RZ : Góc quay theo trục X,Y,Z.



Hình 41. Tạo khối bằng kéo dãn

VDELE

Cú pháp

VDELE,NV1, NV2, NINC, KSWP

Hàm

Xoá các khối đã định nghĩa

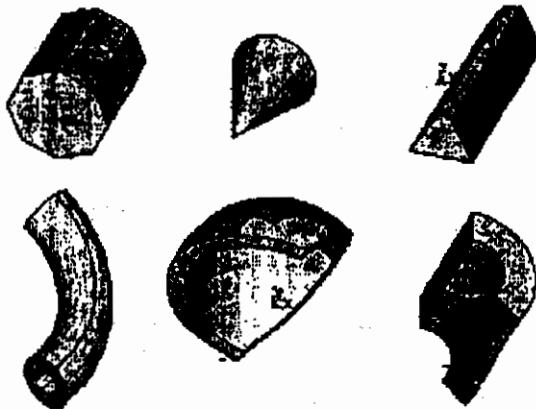
Tham số

NV1, NV2 : Tên các khối đầu và cuối

NINC : Bước tiến khối

KSWP =1 : Các khối cũ không lưu lại

2.1.5 Mô hình khối cơ bản 3D



Hình 42. Tạo khối từ các khối đã được vẽ sẵn

BLOCK

Cú pháp

BLOCK, X1, X2, Y1, Y2, Z1, Z2

Hàm

Xác định một bloc

Tham số

X1, X2 : Toạ độ X của Bloc trong mặt phẳng làm việc

Y1, Y2 : Toạ độ Y của Bloc trong mặt phẳng làm việc

Z1, Z2 : Toạ độ Z của Bloc trong mặt phẳng làm việc

CONE

Cú pháp

CONE, RBOT, RTOP, Z1, Z2, THETA1,

Hàm

Tạo hình côn chóp

Tham số

RBOT : Bán kính đáy

RTOP : Bán kính đầu

Z1, Z2 : Toạ độ đầu- cuối trong mặt phẳng làm việc

THETA1, THETA2 : Góc đầu và cuối của đường sinh

Mặc định: THETA1=0, THETA2=360⁰

CYLIND

Cú pháp

CYLIND, RAD1, RAD2, Z1, Z2, THETA1, THETA2

Hàm

Tạo hình trụ

Tham số

RAD1, RAD2 : Bán kính trong và bán kính ngoài của trụ

Z1, Z2 : Toạ độ đáy của trụ

THETA1, THETA2 : Góc quay của trụ

Mặc định: THETA1=0, THETA2=360⁰

PCIRC

Cú pháp

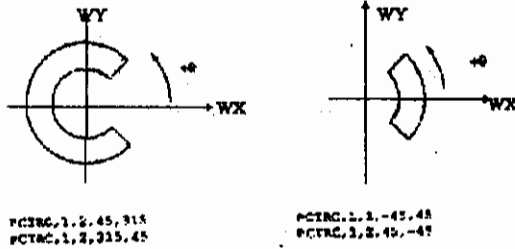
PCIRC, RAD1, RAD2, THETA1, THETA2

Hàm

Định nghĩa vành cung

Tham số

RAD1, RAD2 Bán hình trong và ngoài của cung
THETA1, THETA2 : Góc bắt đầu và kết thúc cung
Mặc định: THETA1=0, THETA2=360°



Hình 43. Vẽ hình vành

POLY

Cú pháp

POLY

Hàm

Tạo một đa tuyến

Tham số

Đưa vào bằng phím hoặc chuột

PRISM

Cú pháp

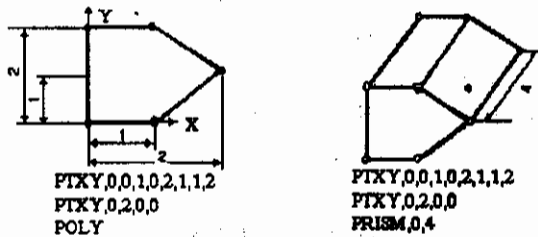
PRISM, Z1, Z2

Hàm

Tạo hình khối lục giác đều

Tham số

Z1, Z2 : Toạ độ Z của khối lục giác



Hình 44. Vẽ đa tuyến theo toạ độ

PTXY

Cú pháp

PTXY, X1, Y1, X2, Y2, X3, Y3, X4, Y4

Hàm

Xác định khối đa cạnh theo các tọa độ điểm. Phối hợp với lệnh POLY và PRISM

Tham số

X1, Y1, X2, Y2, X3, Y3, X4, Y4 : Tọa độ X, Y của các đỉnh.

RECTNG

Cú pháp

RECTNG, X1, X2, Y1, Y2

Hàm

Vẽ hình chữ nhật với 2 đỉnh

Tham số

X1, X2 : Tọa độ X của 2 đỉnh trong mặt phẳng làm việc

Y1, Y2 : Tọa độ Y của 2 đỉnh trong mặt phẳng làm việc

RPOLY

Cú pháp

RPOLY, NSIDES, LSIDE, MAJRAD, MINRAD

Hàm

Định nghĩa một khối chóp đa giác đều

Tham số

NSIDE : Số mặt bên của khối đa giác

LSIDE : Chiều dài cạnh của khối

MAJRAD : Bán kính vòng tròn ngoại tiếp

MINRAD : Bán kính vòng tròn nội tiếp

RPRISM

Cú pháp

RPRISM, Z1, Z2, NSIDES, LSIDE, MAJRAD, MINRAD

Hàm

Định nghĩa một khối lăng trụ đa giác đều

Tham số

Z1, Z2: Tọa độ khối trụ trong mặt phẳng làm việc

NSIDE : Số mặt bên của khối đa giác

LSIDE : Chiều dài cạnh của khối

MAJRAD : Bán kính vòng tròn ngoại tiếp

MINRAD : Bán kính vòng tròn nội tiếp

SPHERE

Cú pháp

SPHERE, RAD1, RAD2, THETA1, THETA2

Hàm

Vẽ khối cầu

Tham số

RAD1 : Bán kính ngoài

RAD2 : Bán kính trong

THETA1, THETA2 : Góc bắt đầu và kết thúc cung

Mặc định: THETA1=0, THETA2=360°

TORUS

Cú pháp

TORUS, RAD1, RAD2, RADMAJ, THETA1, THETA2

Hàm

Vẽ vòng xoắn

Tham số

RAD1 : Bán kính ngoài

RAD2 : Bán kính trong

RADMAJ : Bán kính đường tâm vòng xoắn

THETA1, THETA2 : Góc bắt đầu và kết thúc cung

Mặc định: THETA1=0, THETA2=360°

2.1.6 Toán tử logic tạo khối hình học

AADD

Cú pháp

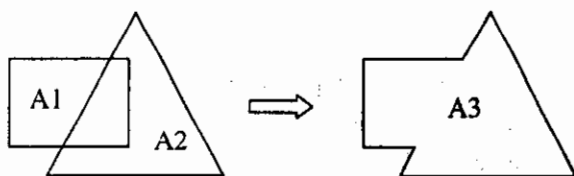
AADD, NA1, NA2, NA3, NA4, NA5, NA6, NA7, NA8, NA9

Hàm

Cộng các khối hình học

Tham số

NA1...NA9 : Số diện tích để cộng



Hình 45. Cộng diện tích

ACTA

Cú pháp

ACTA, NA, NA1, NA2, NA3, NA4, NA5, NA6, NA7, NA8, NA9

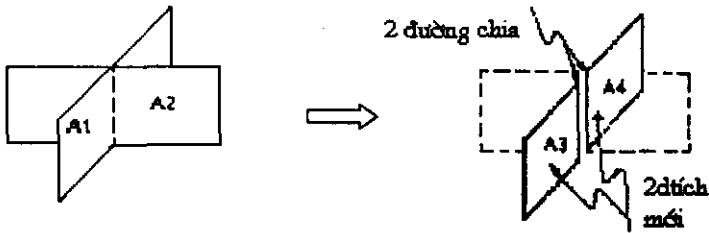
Hàm

Cắt diện tích bằng 1 diện tích

Tham số

NA : Số diện tích cắt, nếu NA=ALL tất cả các diện tích được chọn được dùng cắt
NA=P dùng trong chế độ GRAPH

NA1..NA9 : Các diện tích mẹ



Hình 46. Cắt diện tích bằng 1 diện tích khác

AGLUE

Cú pháp

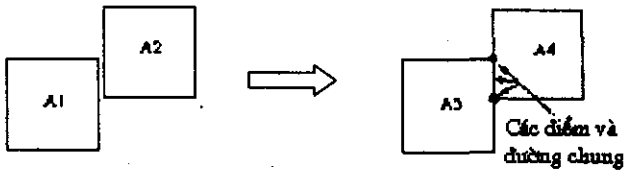
AGLUE, NA1, NA2, NA3, NA4, NA5, NA6, NA7, NA8, NA9

Hàm

Xác định phần diện tích dính bám

Tham số

NA1,..NA9 : Các diện tích



Hình 47. Ghép diện tích và tìm điểm chung

AINV

Cú pháp

AINV, NA, NV

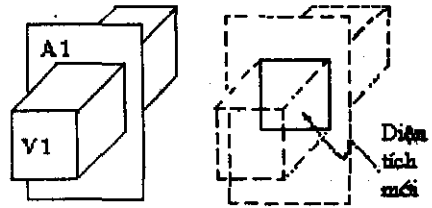
Hàm

Diện tích tiết diện giữa diện tích và khối

Tham số

NA : Số diện tích

NV : Số khối



AINA

Hình 48. Diện tích bị khối cắt

Cú pháp

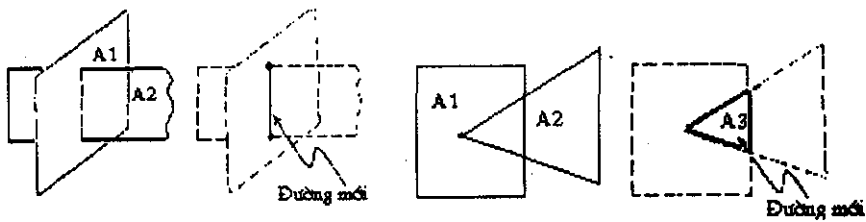
AINA,NA1,NA2, NA3, NA4, NA5, NA6, NA7, NA8, NA9

Hàm

Xác định giao tuyến hoặc diện tích chung của các mặt phẳng

Tham số

NA1...NA9 : Tên các mặt

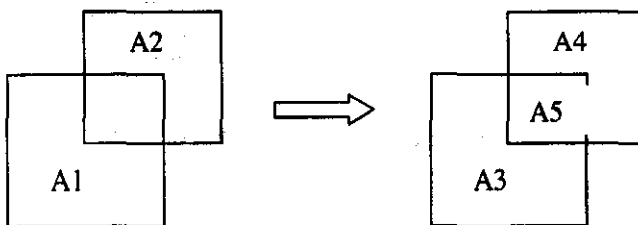


Hình 49. Giao tuyến và giao mặt giữa các mặt

AOVLAP

Cú pháp

AOVLAP,NA1,NA2, NA3, NA4, NA5, NA6, NA7, NA8, NA9



Hình 50. Diện tích mới sau khi xếp chồng

Hàm

Xác định các diện tích sau khi xếp chồng

Tham số

NA1, ..., NA9 : Tên các diện tích thành phần ban đầu

ASBA

Cú pháp

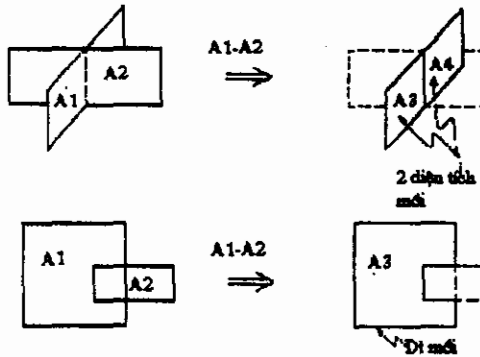
ASBA, NA1, NA2

Hàm

Diện tích cắt nhau

Tham số

NA1, NA2 : Diện tích bị cắt và diện tích cắt



Hình 51. Diện tích cắt nhau

ASBL

Cú pháp

ASBL, NA, NL

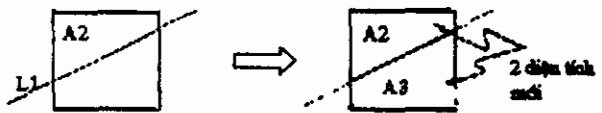
Hàm

Đường chia mặt

Tham số

NA : Số diện tích

NL : Số đường



Hình 52. Đường chia cắt mặt

ASBV

Cú pháp

ASBV, NA, NV

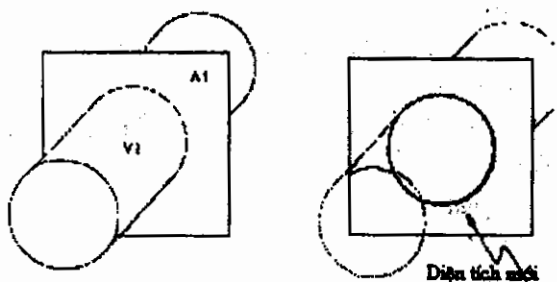
Hàm

Diện tích bị khối cắt

Tham số

NA : Số diện tích

NV : Số khối



BOPTN

Cú pháp

BOPTN, Keep, NWARN

Hình 53. Diện tích còn lại sau khi bị cắt

Hàm

Xác định phần diện tích trùng nhau giữa 2 diện tích

Tham số

Keep = NO : Diện tích ban đầu bị xoá sau thuật toán

=YES : Diện tích ban đầu vẫn giữ

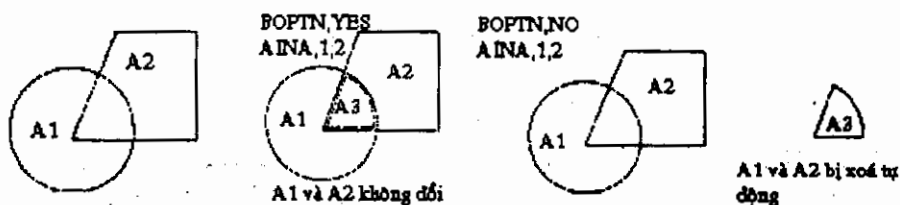
Mặc định Keep=NO

NWARN = 0 : Có cho lời cảnh báo khi thực hiện

= 1 : Không cần cảnh báo

= -1: Thao tác sai không thực hiện

Mặc định = 0



Hình 54. Định nghĩa diện tích chồng nhau

BTOL

Cú pháp

BTOL, PTOL

Hàm

Cho dung sai phép toán Logic

Tham số

PTOL : Dung sai điểm.

LCSL

Cú pháp

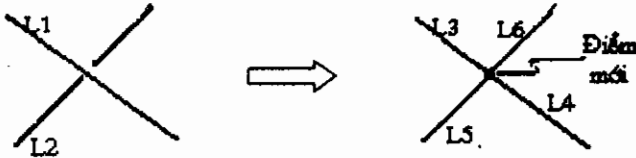
LCSL, NL1, NL2, NL3, NL4, NL5, NL6, NL7, NL8, NL9

Hàm

Chia đường giao nhau thành nhiều đoạn.

Tham số

NL1, ..., NL9 : Các đường giao nhau



Hình 55. Chia đường thành nhiều đoạn

LCTA

Cú pháp

LCTA, NA, NL1, NL2, NL3, NL4, NL5, NL6, NL7, NL8

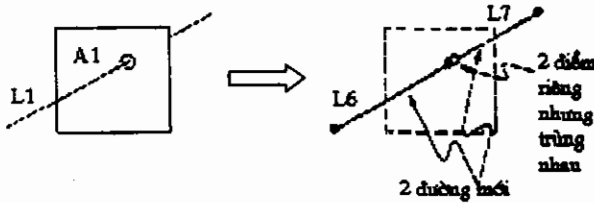
Hàm

Cắt đường bằng 1 diện tích

Tham số

NA : Tên diện tích

NL1, ..., NL8 : Tên đường



Hình 56. Đường bị diện tích cắt thành nhiều đoạn

LGUE

Cú pháp

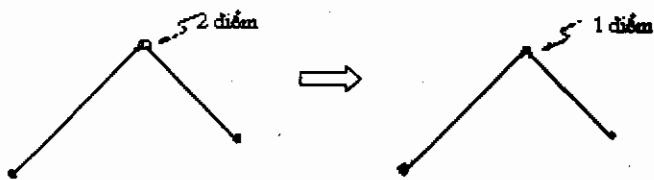
LGUE, NL1, NL2, NL3, NL4, NL5, NL6, NL7, NL8, NL9

Hàm

Xác định các đoạn dính nhau

Tham số

NL1, ..., NL9 : Tên đường



Hình 57. Nối đỉnh các đoạn thẳng

LINA

Cú pháp

LINA,NL,NA

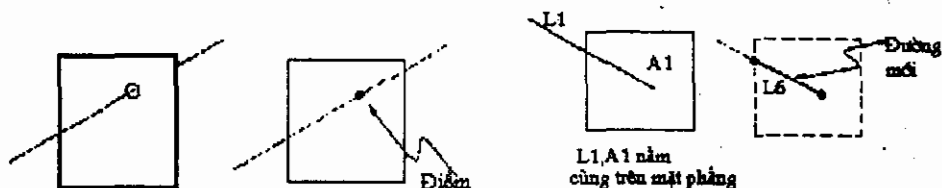
Hàm

Tìm giao tuyến 1 đường với một diện tích

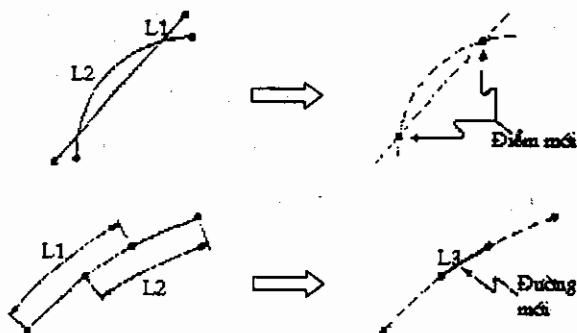
Tham số

NL : Số đường

NA : Số diện tích



Hình 58. Tìm giao điểm hoặc giao tuyến giữa đường và diện tích



Hình 59. Giao điểm hoặc giao tuyến giữa 2 đường

LINL

Cú pháp

LINL; NL1, NL2,NL3, NL4,NL5, NL6, NL7, NL8, NL9

Hàm

Tìm điểm chung hoặc đường chung giữa các đường

Tham số

NL1,...,NL9 ... : Tên các đường

LINV

Cú pháp

LINV,NL,NV

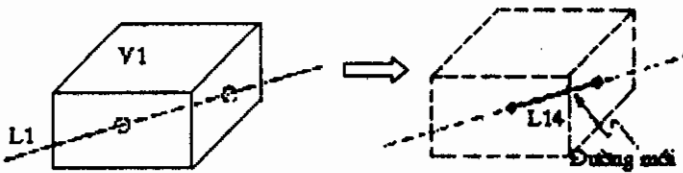
Hàm

Tìm giao tuyến giữa đường và khối

Tham số

NL : Tên đường

NV : Tên khối



Hình 60. Đoạn thẳng bị khối cắt

LOVLAP

Cú pháp

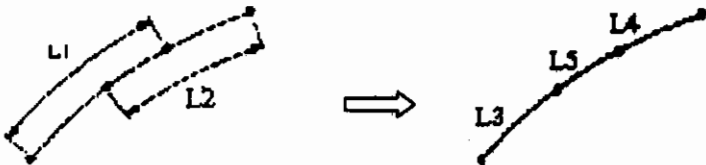
LOVLAP, NL1, NL2,NL3, NL4,NL5, NL6, NL7, NL8, NL9

Hàm

Định nghĩa lại đường trùng nhau

Tham số

NL1...NL9 : Tên đường



Hình 61. Định nghĩa lại đường

LSBA

Cú pháp

LSBA,NL,NA

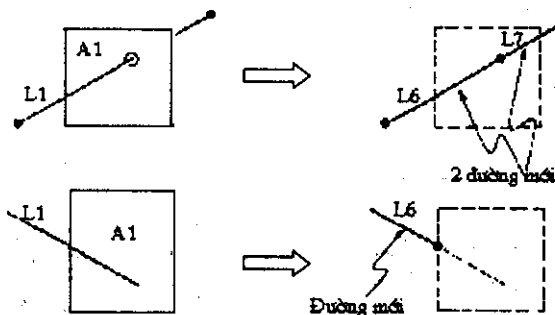
Hàm

Khử phần đường bị diện tích chiếm

Tham số

NL : Tên đường

NA : Tên diện tích



Hình 62. Đường bị diện tích cắt

LSBL

Cú pháp

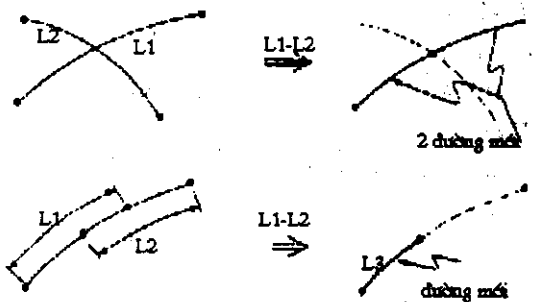
LSBL,NL1, NL2

Hàm

Trừ các đường với nhau

Tham số

NL1, NL2 : Tên đường



Hình 63. Đường cắt bỏ đường

LSBV

Cú pháp

LSBV, NL, NV

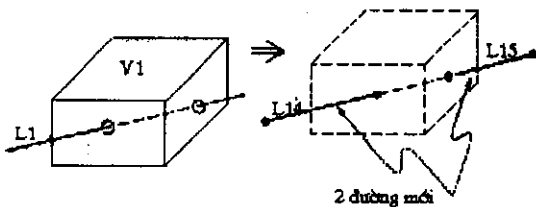
Hàm

Đường bị thể tích chiếm

Tham số

NL : Tên đường

NV : Tên thể tích



Hình 64. Đường bị khối cắt bỏ

VADD

Cú pháp

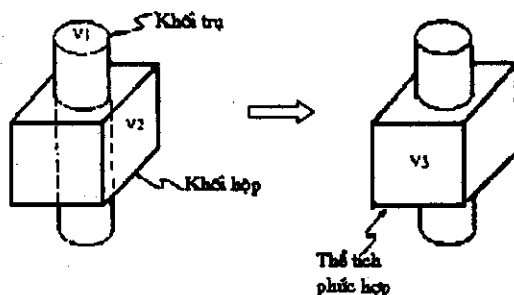
VADD, NV1, NV2, NV3, NV4, NV5, NV6, NV7, NV8, NV9

Hàm

Cộng các khối thành 1 khối

Tham số

NV1, ..., NV9 : Tên các diện tích tham gia cộng



Hình 65. Cộng 2 khối

VCTA

Cú pháp

VCTA, NA, NV1, NV2, NV3, NV4, NV5, NV6, NV7, NV8

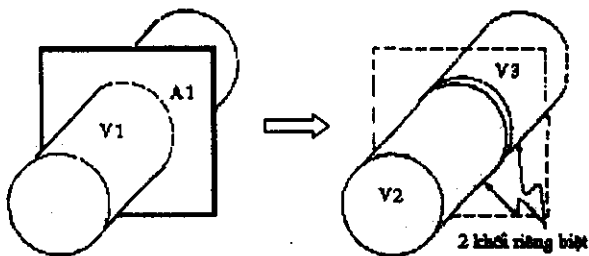
Hàm

Cắt khối bằng 1 diện tích

Tham số

NA : Tên diện tích

NV1..NV8 : Tên các khối



Hình 66. Diện tích chia khối

VGLUE

Cú pháp

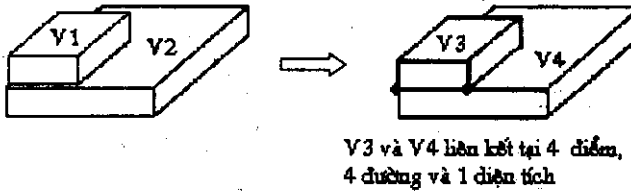
VGLUE, NV1, NV2 NV3, NV4, NV5, NV6, NV7, NV8, NV9

Hàm

Xác định phân diện tích dính nhau giữa các khối

Tham số

NV1...NV9 : Tên các khối



Hình 67. Diện tích chung khi ghép khối

VINA

Cú pháp

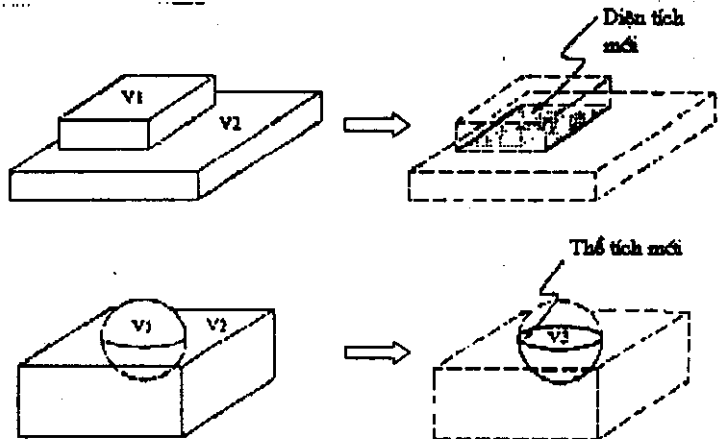
VINA, NV1, NV2 NV3, NV4, NV5, NV6, NV7, NV8, NV9

Hàm

Xác định diện tích giao nhau của các khối

Tham số

NV1, ..., NV9 : Tên các khối



Hình 68. Diện tích chung hoặc thể tích chung của 2 khối

VOVLAP

Cú pháp

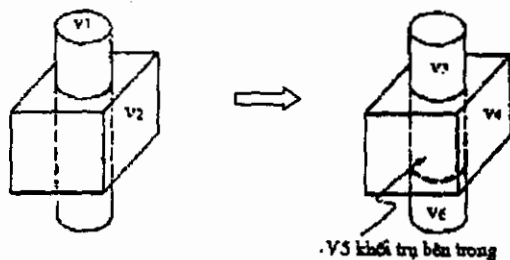
VOVLAP, NV1, NV2, NV3, NV4, NV5, NV6, NV7, NV8, NV9

Hàm

Định nghĩa lại các khối sau khi chồng nhau

Tham số

NV1, ... , NV9 : Tên các khối



Hình 69. Định nghĩa lại tên các khối

VSBA

Cú pháp

VSBA, NV, NA

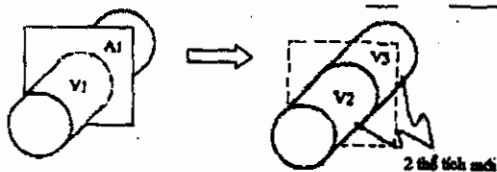
Hàm

Chia các khối bằng diện tích

Tham số

NV : Tên khối

NA : Tên diện tích



Hình 70. Khối bị diện tích cắt đôi

VSBV

Cú pháp

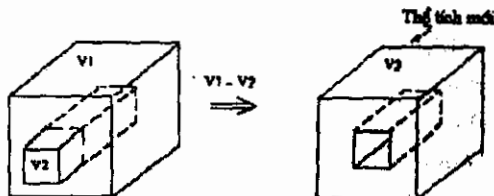
VSBV, NV1, NV2

Hàm

Trừ 2 khối

Tham số

NA1, NA2 : Tên các khối trừ và bị trừ



Hình 71. Trừ 2 khối

2.1.7. Tự động chia lưới theo yêu cầu

ESHAPE

Cú pháp

ESHAPE, KSHAPE, KSTR

Hàm

Định nghĩa hàm vec tơ đồ hoạ

Tham số

KSHAPE = 0 : Chia tự động thành các phần tử tứ giác hoặc tam giác

= 1 : Chia lưới tam giác và tứ diện

= 2 : Chia lưới khối hộp

= 3 : Chia khối hỗn hợp

KSTR = 0 : Các nút ở giữa phần tử theo đường và diện tích

= 1 : Tất cả các cạnh được tái tạo

= 2 : Các nút giữa phần tử theo biên

LESIZE

Cú pháp

LESIZE, NL1, SIZE, ANGSIZ, NDIV, SPACE, KFORC

Hàm

Định mật độ lưới theo kích thước hoặc theo số điểm chia của đường

Tham số

NL1 : Tên đường

SIZE : Kích thước dài chia cạnh

ANGSIZE : Kích thước góc chia

NDIV : Số phần được chia

SPACE : Khoảng giữa 2 đoạn chia

KFORC : Kiểu chọn: Kích thước nhỏ dần, lớn dần

ESIZE

Cú pháp

ESIZE, SIZE, NDIV

Hàm

Định nghĩa kích thước phần tử được chia

Tham số

SIZE : Kích thước lớn nhất

NDIV : Số phần chia

Trong lệnh chọn 1 trong 2 tham số

LCCAT

Cú pháp

LCCAT, NL1, NL2

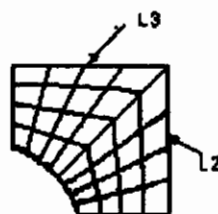
Hàm

Tạo lưới từ các đường khác nhau

Tham số

NL1, NL2 : Tên đường thứ 1 và thứ 2

```
.....  
LCCAT,2,3  
ESHape,2  
ESIZE,,4  
AMESH,,ALL
```



Hình 72. Tạo lưới theo số phần chia của cạnh

ACCAT

Cú pháp

ACCAT, NA1, NA2

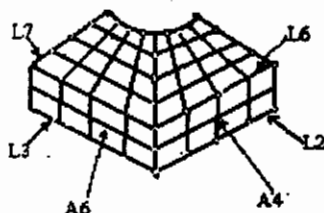
Hàm

Chia lưới theo các diện tích

Tham số

NA1, NA2 : Diện tích cần chia lưới

```
.....  
ACCAT,4,6  
LCCAT,2,3  
LCCAT,6,7  
ESHape,2  
ASIE,,4  
VMESH,ALL  
.....
```



Hình 73. Chia lưới theo các cạnh khác nhau của các diện tích

LMESH

Cú pháp

LMESH, NL1, NL2, NINC

Hàm

Tạo lưới cho phần tử đường

Tham số

NL1 : Tên đường đầu

NL2 : Tên đường cuối

NINC : Bước tiến của đường

Thí dụ

LMESH,1,6,5 : Chia phần tử cho đường 1~6 với bước là 5

LMESH, ALL : Chia tất cả các đường

Nếu muốn xoá

LCLEAR : Xoá các đường

AMESH

Cú pháp

AMESH, NA1, NA2, NINC

Hàm

Tạo lưới cho diện tích

Tham số

NA1 : Diện tích đầu

NA2 : Diện tích cuối

NINC : Bước tiến từ NA1 đến NA2

Thí dụ

AMESH,1,6,5 : Chia lưới cho diện tích 1~6 với bước là 5

AMESH, ALL : Chia lưới tất cả

Nếu muốn xoá

ACLEAR : Xoá diện tích

VMESH

Cú pháp

VMESH, NV1, NV2, NINC

Hàm

Tạo lưới cho khối

Tham số

NV1 : Khối thứ đầu

NV2 : Khối thứ cuối

NINC : Bước tiến khối từ 1~2

Thí dụ

VMESH,1,6,5 : Chia lưới cho khối 1~6 với bước là 5

VMESH, ALL : Chia lưới tất cả

Nếu muốn xoá

VCLEAR : Xoá khối

LCLEAR

Cú pháp

LCLEAR, NL1, NL2, NINC

Hàm

Xoá các phần tử và nút trên đường

Tham số

NL1 : Tên đường đầu

NL2 : Tên đường cuối

NINC : Bước tiến từ NL1 đến NL2

ACLEAR

Cú pháp

ACLEAR, NA1, NA2, NINC

Hàm

Xoá các phần tử và nút trên diện tích

Tham số

NA1 : Tên diện tích đầu

NA2 : Tên diện tích cuối

NINC : Bước tiến từ NA1 đến NA2

VCLEAR

Cú pháp

VCLEAR, NV1, NV2, NINC

Hàm

Xoá các phần tử và nút trên thể tích

Tham số

NV1 : Tên khối đầu

NV2 : Tên khối cuối

NINC : Bước tiến từ NV1 đến NV2

2.1.8 Thí dụ tạo khối lưới 3D

ANSYS có khả năng vừa dựng mô hình vừa tạo lưới

Thí dụ 1:

RPOLY,6,13 : Vẽ đa giác 6 cạnh, kích thước cạnh 13

PCIRC,8 : Vẽ hình tròn với bán kính 8

AOVLAP,ALL : Tìm diện tích trùng nhau và lấy 1

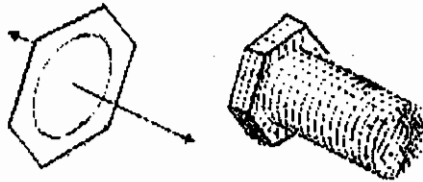
ET,1,42 : Chọn kiểu phần tử phẳng, Pt 1
LSIZE,ALL,6 : Xác định chia lưới cho tất cả cạnh, chia 6 phần
AMESH, ALL : Tạo lưới cho tất cả diện tích
ET,2,45 : Chọn kiểu phần tử khối (45) cho Pt 2
TYPE,2 : Kiểu thứ 2
ESIZE,3 : Kích thước phần tử, số chia = 3
VEXT, ALL,5 : Tạo khối bằng cách kéo dẫn pt 1 = 5, theo chiều kim đồng hồ
ESIZE,15 : Kích thước phần tử, số chia = 15
VEXT,2,2,1,-30 : Tạo khối bằng cách kéo dẫn pt 2 = 30 theo chiều ngược với góc nhìn 2, 2, 1

Thí dụ 2:

RECT,0,10,0,30 : Vẽ hình vuông với toạ độ
ET,1,42 : Chọn kiểu phần tử phẳng, Pt 1
ESIZE,2 : Xác định chia lưới cho cạnh,
ESHAPE,2 : Chia phần tử tứ diện
AMESH, ALL : Tạo lưới cho tất cả diện tích
ET,2,45 : Chọn kiểu phần tử khối (45) cho Pt 2
TYPE,2 : Kiểu thứ 2
ESIZE,6 : Kích thước phần tử, số chia = 6
VROT,1,1,4,90 : Tạo khối bằng cách quay diện tích 1 một góc 90 độ

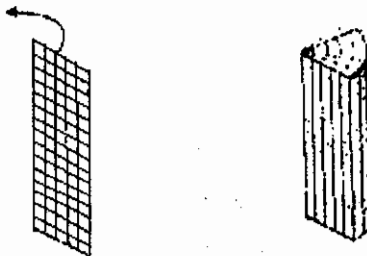
```

NPLOY,6..13
PCIRC,6
AOVLAP,OH
ET,1,42
LSIZE,ALL,,,6
AMESH,ALL
ET,2,45
TYPE,2
ESIZE,,3
VEXT,ALL,,,,,5
ESIZE,,15
VEXT,2,2,1,...,30
  
```



```

...
RECT,0,10,0,30
ET,1,42
ESIZE,2
ESHAPE,2
AMESH,ALL
ET,2,45
ESIZE,,6
TYPE,2
VROT,1,,,,,1,4,90
  
```



Hình 74. Cách tạo lưới dùng lệnh VEXT và VROT.

Lệnh tổ hợp

CM

Cú pháp

CM, Cname, Entity

Hàm

Nhóm các tham số hình học vào thành phần được định nghĩa bằng một tên

Tham số

Cname : Tên định nghĩa cho thành phần

Entity : Nhãn các đại lượng cần nhóm

VOLU : Thể tích

AREA : Diện tích

LINE : Đường

KP : Điểm

ELEM : Phần tử

NODE : Nút

CMGRP

Cú pháp

CMGRP, Aname, Cnam1, ..., Cnam8

Hàm

Nhóm các thành phần và tổ hợp vào một tổ hợp

Tham số

Aname : Tên tổ hợp

Cnam1, ..., Cnam8 : Tên các thành phần được định nghĩa

VSEL, ... : Thể tích được chọn

CM, RAD, VOLU : Định nghĩa thành phần "RAD"

VSEL, ... : Chọn thể tích

CM, ACHSE, VOLU : Định nghĩa thành phần "ACHSE"

VSEL, ... : Chọn thể tích..

CM, HEBEL, VOLU : Định nghĩa thể tích chọn "VOLU"

CMGRP, FAHWRK, RAD, ACHSE, HEBEL

Nhóm các thành phần vào tổ hợp có tên "FAHRWRK"

CMSEL, FAHRWERK : Chọn tổ hợp "FAHRWERK"

ALLSEL, BELOW, VOLU : Chọn tất cả các diện tích, đường, điểm phần tử và nút được gói trong FAHRWERK

CMEDIT

Cú pháp

CMEDIT, Anam, Oper, Cnam1, ..., Cnam7

Hàm

Cộng hay trừ các thành phần hoặc tổ hợp

Tham số

OPER ADD : Cộng

DELE : Trừ

CMLIST

Cú pháp

CMLIST, Name

Hàm

Liệt kê các thành phần tổ hợp

Tham số

Name : Tên các thành phần cần liệt kê

CMDELE

Cú pháp

CMDELE, Name

Hàm

Xoá các thành phần đã gó

Tham số

Name : Tên các thành phần

2.2 Các lệnh trong SOLUTION

Lệnh trong SOLUTION cần chọn các nhãn tải :

Đặt liên kết, có nghĩa là xác định bậc tự do cho các liên kết với lệnh **D**. Trong phần tử kết cấu chủ yếu xác định các bậc tự do (3 chuyển vị và 3 quay), Phần tử nhiệt là nhiệt độ, phần tử điện là điện áp **V**...

Đặt tải tại các nút: Với phần tử cấu trúc cần đưa lực **F**, mômen **M**, phần tử nhiệt cần đặt dòng nhiệt, phần tử điện đặt dòng điện **A**...

Khi chọn đặt tải trên bề mặt, phần tử cấu trúc dùng áp lực bề mặt **SF**, phần tử nhiệt dùng CONV, HFLUX;

Khi chọn đặt tải trên khối phần tử: với phần tử cấu trúc dùng cho tải nhiệt độ và dòng nhiệt, bằng **BF**, phần tử nhiệt dùng HGEN...

2.2 .1 Định kiểu bài toán

ANTYPE

Cú pháp

ANTYPE, Type, Status

Hàm

Chọn kiểu tính toán

Tham số

Type:

- STATIC (=0) : Phân tích tĩnh
- BUCKLE (=1) : Phân tích lật
- MODAL (=2) : Phân tích kiểu MOD
- HARMIC (=3) : Phân tích dao động điều hoà
- TRANS (=4) : Phân tích chuyển đổi
- SUBSTR (=7) : Phân tích cấu trúc con
- SPECTR (=8) : Phân tích phổ

Status

- NEW : Trạng thái mới
- REST : Khởi động lại bài toán đã có

Mặc định : ANTYP, STATIC, NEW

2.2.2 Liên kết và gối tựa

D

Cú pháp

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

Hàm

Định nghĩa liên kết, chuyển vị và góc quay của nút - Độ tự do DOF

Tham số

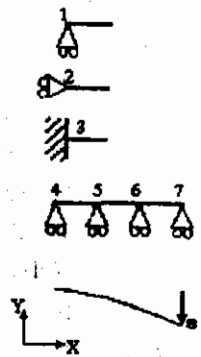
- NODE : Tên nút
- Lab : Nhãn UX, UY, UZ chuyển vị
- ROTX, ROTY, ROTZ : góc quay
- VALUE : Giá trị chuyển vị hoặc quay
- VALUE2 : Giá trị ảo
- NEND : Nút kết thúc đặt liên kết
- NINC : Bước tiến nút từ NODE đến NEND
- Lab2...Lab6 : Các chuyển vị/quay bổ sung

Thí dụ:

- D,1, UY,0 : Gối chỉ chuyển vị theo X
- D,2, UX,0 : Gối chỉ chuyển vị theo Y
- D,3, UX,0,UY,ROTZ : Ngàm
- D,4,UY,0,7,1 : Gối liên tục từ 4 đến 7
- D,8, UY, -1 : Chuyển vị của điểm 8 UY=-1

D,1,UY,0
 D,2,UX,0
 D,3,UX,0,,,,UY,ROTZ
 D,4,UY,0,,,,7,1
 D8,UY,-1

D,1,UY,0
 D,Z,UX,0
 D,3,UY,0,,,,UY,ROTZ
 D,4,UY,0,,7,1
 D,8,UY,-1



Hình 75. Liên kết

DSYM

Cú pháp

DSYM, Lab, Norm, KCN

Hàm

Xác định liên kết trên mặt đối xứng 90°

Tham số

Lab SYM : Điều kiện biên đối xứng

ASYM : Điều kiện biên phản đối xứng

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

KCN : Hệ tọa độ xác định mặt phẳng đối xứng

Thí dụ:

CSYS,0 : Hệ tọa độ toàn cục: Đề các

NSEL,S,LOC,X,0 : Chọn các nút, tại vị trí $X=0$

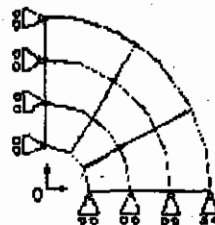
DSYM, SYMM, X : Định mặt đối xứng, dạng đối xứng với X

NSEL,S,LOC,Y,0 : Chọn các nút tại vị trí có $Y=0$

DSYM, SYMM, Y : Định mặt đối xứng với Y

NSEL, ALL : Chọn nút

```
CSYS,0
NSEL,S,LOC,X,0
DSYM,SYMM,X
NSEL,S,LOC,Y,0
DSYM,SYMM,Y
NSEL,ALL
```



Hình 76. Liên kết đối xứng

DDELE

Cú pháp

DDELE, NODE, Lab, NEND, NINC

Hàm

Xoá các liên kết đã định nghĩa

Tham số

NODE : Tên nút

Lab : Nhãn cho D

NEND : Nút cuối

NINC : Bước nút từ NODE đến NINC

2.2.3 Đặt tải

F

Cú pháp

F, NODE, Lab, VALUE, VALUE2, NEND, NINC

Hàm

Đặt lực tập trung tại các nút

Tham số

NODE : Tên nút

Lab Nhãn FX, FY, FZ : lực

MX, MY, MZ : mômen

VALUE : Giá trị lực hoặc mômen

VALUE2 : Giá trị ảo

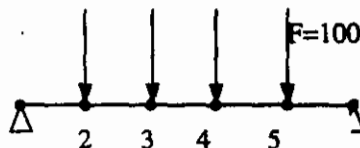
NEND : Nút kết thúc

NINC : Bước tiến nút từ NODE đến NEND

Thí dụ :

F,2,FY,-100,,5,1 : Lực tác dụng trên các nút từ nút 2 đến nút 5 với giá trị $F=100N$

F,2,FY,-100,,5,1



Hình 77. Đặt lực trên nút

FDELE

Cú pháp

FDELE, NODE, Lab, NEND, NINC

Hàm

Xoá các lực đã định nghĩa

Tham số

NODE : Tên nút

Lab : Nhãn cho lệnh F

NEND : Nút cuối

NINC : Bước nút từ NODE đến NINC .

SF**Cú pháp**

SF, NList, Lab, VALUE, VALUE2

Hàm

Đặt tải bề mặt trên của phần tử

Tham số

Nlist : Tên nút được chọn

Lab : Nhãn PRES áp Lực

CONV Đối lưu

SFDELE**Cú pháp**

SFDELE, NList, Lab

Hàm

Xoá các lực bề mặt đã định nghĩa

Tham số

NODE : Tên nút

Lab : Nhãn cho lệnh SF

SFE**Cú pháp**

SFE, ELEM, LKEY, Lab, KVAL, VAL1, VAL2, VAL3, VAL4

Hàm

Định tải trên bề mặt phần tử

Tham số

ELEM Tên phần tử

LKEY : Tên cạnh phần tử

Lab PRES : Áp lực

CONC : Đối lưu

...

KVAL 0, 1, 2

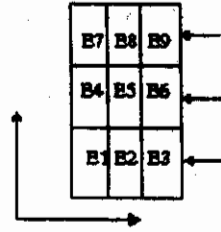
VAL1 : Giá trị

Thí dụ

ESEL,S,,,3,9,3 : Chọn phần tử 3 đến 9 cách nhau 3 (3,6,9)

SFE,ALL,2,PRES,,10 : Cho lực trên bề mặt phần tử tại mặt thứ 2 với dạng lực là áp lực, và giá trị bằng 10.

ESEL,S,,,3,9,3
SFE,ALL,2,PRES,,10



Hình 78. Đặt lực trên một phần tử

SFEDELE

Cú pháp

SFEDELE, ELEM, LKEY, Lab

Hàm

Xoá các lực trên bề mặt phần tử đã định nghĩa

Tham số

ELEM : Tên phần tử

Lkey : Tên mặt đặt lực

Lab : Nhãn cho lệnh SFE

SFGRAD

Cú pháp

SFGRAD, Lab, SLKCN, Sldir, SLZER, SLOPE

Hàm

Đặt tải gradient tải trọng bề mặt

Tham số

Lab PRES : Áp lực

CONV : Đối lưu

SLKCN : Số hiệu hệ tọa độ trong đó xác định gradient lực

Sldir : Hướng của gradient

SLZER : Điểm tọa độ có gradient =0

(CVALUE=VALUE)

SLOPE : Trị số của gradient lực

Tải CVALUE được tính như sau:

$CVALUE = VALUE + (SLOPE \cdot (COORD - SLZER))$

CVALUE : Tải tại tọa độ COORD

VALUE : Trị số tải trọng từ lệnh SF

SLOPE : Giá trị của gradient áp lực

SLZER : Toạ độ điểm tại đó CVALUE=VALUE

Thí dụ 1:

SFGRAD,PRES,0,Y,65,-0.5 : Đặt tải bề mặt có gradient

Lực : áp lực; toạ độ đề các, hướng gradient theo Y

Giá trị đầu của gradient Y=65

Tri số gradient -0.5

NSEL, S, LOC, X, 20 : Chọn nút, định vị với các nút có X=20

SF, ALL, PRES, 10 : Cho lực bề mặt, lực kiểu áp lực, giá trị đầu =10

NSEL, S, LOC, X, 45 : Chọn nút, định vị tại X=45

SF, ALL, PRES, 10 : Cho lực bề mặt, lực kiểu áp lực, giá trị đầu =10

[Công thức tính : $p(Y) = 10 + (-0.5) \cdot (Y - 65)$]

Thí dụ 2

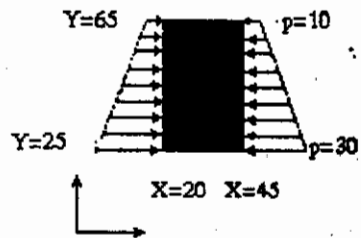
NSEL : Chọn phần tử

SFGRAD, PRES, 1, Y, 180, -0.1 : Gradient tải trọng, áp lực, toạ độ trụ, hướng Y, góc 180, gradient -0.5

SF, ALL, PRES, 5 : Đặt tải bề mặt áp lực đầu bằng 5 [$p(\phi) = 5 + 0.1(\phi - 180)$]

```
SFGRAD,PRES,0,Y,65,-0.5
NSEL,S,LOC,X,20
SF,ALL,PRES,10
NSEL,S,LOC,X,45
SF,ALL,PRES,10
```

$$\Rightarrow p(y) = 10 + (-0.5)(y - 65)$$



```
NSEL,...
SFGRAD,PRES,1,Y,180,-0.1
SF,ALL,PRES,5
```

$$\Rightarrow p(\phi) = 5 + (0.1)(\phi - 180)$$



Hình 79. Đặt tải phân bố trên bề mặt phần tử

ACEL

Cú pháp

ACEL, ACELX, ACELY, ACELZ

Hàm

Đặt gia tốc cho kết cấu

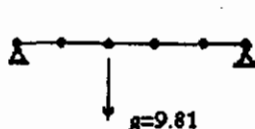
Tham số

ACELX : Gia tốc theo phương trục X

ACELY : Gia tốc theo phương trục Y

ACELZ : Gia tốc theo phương trục Z

ACEL,,9.8e3
(Cho gia tốc theo phương Y,
 $g=9.8\text{mm/s}^2$ - Hệ mm-t-s)



Hình 80. Đặt gia tốc cho PT

Thí dụ :

ACEL,,9.8e3 Cho gia tốc theo phương

Y, $g = 9.81 \text{ mm/s}^2$ (Hệ mm-t-s).

LDREAD

Cú pháp

LDREAD, Lab, LSTEP, SBSTEP, TIME, Fname, Ext, Dir

Hàm

Đọc kết quả từ FILE dữ liệu để đặt tải

Tham số

Lab TEMP : Nhiệt độ từ bài toán tính trường nhiệt

PRES : áp lực từ bài toán dòng

FORC : Lực từ bài toán từ trường...

LSTEP : Bước tính trước

SBSTEP: Bước tính cấu trúc phụ

TIME : Thời gian tính cho các bước

KIMG : Dùng cho bài toán hỗn hợp

Fname, Ext, Dir : Tên File dữ liệu, tên kiểu, thư mục

TUNIF

Cú pháp

TUNIF, TEMP

Hàm

Định nghĩa nhiệt độ nút đơn vị

Tham số

TEMP : Trị số nhiệt độ

CDWRITE

Cú pháp

CDWRITE, Option, Fname, Ext, Dir

Hàm

Ghi dữ liệu hình học, tải vào File mã ASCII

Tham số

Option ALL : Tất cả các dữ liệu

GEOM : Dữ liệu hình học

CHECK

Cú pháp

CHECK, Sele, Lev1

Hàm

Kiểm tra các dữ liệu

Tham số

Sele BLANK : Dải dữ liệu

ESEL : Chọn phần tử

WRAN : Cảnh báo việc chọn, mặc định SELE=ESEL

ERR : Thông báo ra vào sai

SOLVE

Cú pháp

SOLVE

Hàm

Khởi động tính toán

2.2.4 Đặt lực trong trường hợp dùng mô hình hình học

Trong trường hợp dùng mô hình hình học, cần phải chuyển việc tác động từ mô hình hình học sang mô hình phần tử hữu hạn.

FK

Cú pháp

FK, KPOI, Lab, VALUE, VALUE2

Hàm

Định nghĩa Lực / Mômen tác dụng trên điểm hình học

Tham số

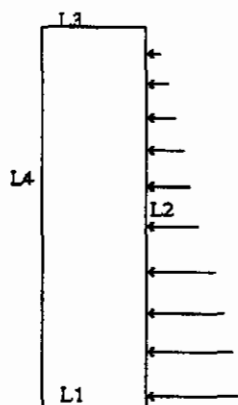
KPOI : Tên của điểm cần đặt lực

Lab FX, FY, FZ : Lực

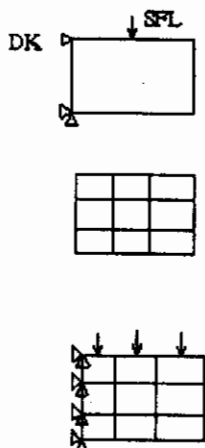
MX,MY,MZ : Mômen

VALUE : Trị số của lực (phần thực)

VALUE2.: Phần ảo (khi bài toán phức số)



Hình 81. Đặt lực trên điểm của mô hình khối



Hình 82. Chuyển tải từ mô hình hình học sang mô hình phần tử hữu hạn

FTRAN

Cú pháp

FTRAN

Hàm

Chuyển tải từ mô hình hình học sang mô hình FEM

DK

Cú pháp

DK, KPOI, LAB, VALUE, VALUE2, KEXPND, Lab2,..., Lab6

Hàm

Xác định chuyển vị và quay tại điểm hình học

Tham số

KPOI : Tên điểm hình học

Lab UX,UY, UZ : Chuyển vị

ROTX, ROTY, ROTZ : Quay

VALUE : Giá trị bậc tự do (chuyển vị)

VALUE2 : Giá trị bậc tự do (phần ảo)

KEXPND=0 : Liên kết đặt lên nút

=1 : Điểm đặt cho liên kết nở

DTRAN

Cú pháp

DTRAN

Hàm

Chuyển điều kiện biên từ mô hình hình học sang mô hình FEM

SFL

Cú pháp

SFL,LINE, Lab, VALI, VALJ, VAL2I, VAL2J

Hàm

Xác định lực phân bố theo đường

Tham số

LINE : Tên đường đặt lực mặt

VALI, VALJ : Giá trị đầu và cuối của đường đặt lực mặt

VAL2I, VAL2J : Giá trị đặt lực thứ hai

SBCTRAN

Cú pháp

SBCTRAN

Hàm

Chuyển điều kiện biên bề mặt từ mô hình hình học sang mô hình FEM

SFTRAN

Cú pháp

SFTRAN

Hàm

Chuyển tải bề mặt từ mô hình hình học sang mô hình FEM

DL

Cú pháp

DL,LINE, AREA, Lab

Hàm

Xác định điều kiện đối xứng hoặc phản đối xứng dọc theo đường

Tham số

LINE : Đường đối xứng (Nếu dùng Menu có thể chỉ đường bằng chuột)

AREA : Diện tích đối xứng

Lab SYMM : Đối xứng

ASYM : Phản đối xứng

SFA

Cú pháp

SFA, AREA, LKEY, Lab, VALUE, VALUE2

Hàm

Xác định phân áp lực trên mặt diện tích

Tham số

Xem lệnh SFE

DA

Cú pháp

DA, AREA, Lab

Hàm

Điều kiện đối xứng/phản đối xứng trên mặt

Tham số

AREA : Diện tích

Lab SYMM : Đối xứng

ASYM : Phản đối xứng

2.3 Các lệnh Hậu xử lý POSTPROCESSOR

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

2.3.1 Đặt bước xử lý

SET

Cú pháp

SET, LSTEP, SBSTEP, FACT, KIMG, TIME, ANGLE

Hàm

Đọc các dữ liệu từ FILE.RST các kết quả được lưu sau khi xử lý SOLUTION để xử lý trong POSTPROCESSOR.

Tham số

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

SBSTEP: Đặt số bước tính con

FACT : Tỷ lệ , mặc định = 1.0

KIMG = 0 : Phần thực dừng khi phân tích phức số
= 1 : Phần ảo khi phân tích phức số

TIME : Thời gian

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

2.3.2 Vẽ chuyển vị

PLDISP

Cú pháp

PLDISP,KUND

Hàm

Biểu diễn chuyển vị của các phần tử được chọn

Tham số

KUND = 0 : Chỉ biểu diễn hình các phần tử chuyển vị
= 1 : Biểu diễn hình phần tử chuyển vị và chưa chuyển vị
= 2 : Biểu diễn như 1 nhưng có mối liên kết giữa phần chuyển vị và chưa chuyển vị.

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

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

2.3.3 Các lệnh vẽ theo đường bao (đẳng tuyến)

PLNSOL

Cú pháp

PLNSOL, ITEM, COMP

Hàm

Mô tả kết quả tính theo nút bằng hình ảnh màu

Tham số

ITEM U : Chuyển vị

ROT : Quay
TEMP : Nhiệt độ
S : ứng suất
EPEL : Độ biến dạng đàn hồi
COMP X,Y,Z: Các hướng tọa độ
EQV : Theo LT von MISES, ứng suất tương đương
INT : Cường độ ứng suất,

PLESOL

Cú pháp

PLESOL, ITEM, COMP

Hàm

Mô tả kết quả tính trung bình của phần tử bằng hình ảnh mẫu

Tham số

ITEM U : Chuyển vị
ROT : Quay
TEMP : Nhiệt độ
S : Ứng suất
EPEL : Độ biến dạng đàn hồi
COMP X,Y,Z : Các hướng tọa độ
EQV : Theo LT von MISES, ứng suất tương đương
INT : Cường độ ứng suất,

2.3.4 Các lệnh bố trợ khi vẽ hình

/CLABEL

Cú pháp

/CLABEL, WN, KEY

Hàm

Xem hình có hoặc không có trị số

Tham số

WN : Tên cửa sổ biểu diễn
KEY = 0, 1 : Có trị số
= -1 : Không có trị số

/CONTOUR

Cú pháp

/CONTOUR, WN, NCONT, VMIN, VINC, VMAX

Hàm

Xác định giá trị đường đẳng mức khi biểu diễn ứng suất

Tham số

WN : Tên cửa sổ dùng

NCONT : Số giá trị đường đẳng mức được biểu diễn, mặc định là 9, nếu là -1 các giá trị ghi trên đường bị xoá.

VMIN : Giá trị nhỏ nhất, VMIN=AUTO, giá trị NCON được chia đều.

VINC : Giá trị khoảng chia (VMAX-VMIN)/NCON

VMAX Giá trị lớn nhất đường đẳng trị.

/CVAL

Cú pháp

/CVAL, WN, V1, V2, V3, V4, V5, V6, V7, V8

Hàm

Xác định trị số cho các các đường

Tham số

WN : Tên cửa sổ

V1~V8 : Đặt giá trị cho 8 giá trị đường đẳng mức

PLVECT

Cú pháp

PLVECT, ITEM, Lab2, Lab3, Labp

Hàm

Mô tả vec tơ theo trị số và hướng

Tham số

ITEM U : Chuyển vị

S : Ứng suất

TG : Gradient nhiệt độ

EF : Cường độ điện trường

FMAG : Từ biến

Lab2, Lab3 : Các thành phần phụ

2.3.5 Biểu diễn kết quả bằng bảng

PRRSOL

Cú pháp

PRRSOL, Lab

Hàm

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

Tham số

LAB FX, FY, FZ

MX, MY, MZ

PRNSOL : Bảng kết quả theo nút
PRESOL : Bảng kết quả theo phần tử
PRETAB : Bảng phần tử
PRPATH : Bảng kết quả theo đường được chỉ định
PRSECT : Bảng kết quả theo mặt cắt
PRVECT : Bảng kết quả theo vectơ
NFORCE : Tổng các lực tại các nút chọn
FSUM : Tổng các lực ở bộ phận cấu trúc chọn

2.3.6 Các lệnh chọn lựa dữ liệu xuất

NSORT

Cú pháp

NSORT, ITEM, COMP, ORDER, KABS, NUMB

Hàm

Lấy dữ liệu các nút được chọn theo nhãn và thành phần

Tham số

ITEM,COMP : Các đại lượng cần lấy và các hướng sắp xếp

U,X : Chuyển vị theo phương X

S,Y : ứng suất theo phương Y

ORDER = 0 : Các dữ liệu được sắp xếp theo chiều giảm

= 1 : Các giá trị sắp xếp theo chiều tăng

KABS = 0 : Sắp xếp theo giá trị đại số

= 1 : Sắp xếp theo giá trị tuyệt đối

NUMB : Tên nút tăng trong bảng liệt kê, mặc định chọn tất cả.

NUSORT

Cú pháp

NUSORT

Hàm

Lưu thứ tự các nút khởi đầu

ESORT

Cú pháp

ESORT, ITEM, COMP, ORDER, KABS, NUMB

Hàm

Lấy dữ liệu các phần tử ban đầu

Tham số

ITEM,COMP : Các đại lượng cần lấy và các hướng

U,X : Chuyển vị theo phương X

S,Y : Ứng suất theo phương Y

ORDER= 0 : Các dữ liệu được sắp xếp theo chiều giảm

= 1 : Các giá trị sắp xếp theo chiều tăng

KABS = 0 : Sắp xếp theo giá trị đại số

= 1 : Sắp xếp theo giá trị tuyệt đối

NUMB Tên nút tăng trong bảng liệt kê, mặc định chọn tất cả.

EUSORT

Cú pháp

EUSORT

Hàm

Lưu thứ tự các phần tử ban đầu

LPATH

Cú pháp

LPATH, NODE1, ..., NODE10

Hàm

Định nghĩa đường chọn trong cấu trúc từ nút 1 đến nút 10

Tham số

NODE1..NODE10 : Tên nút

PDEF

Cú pháp

PDEF, Lab, ITEM, COMP

Hàm

Định nghĩa biểu diễn dữ liệu theo các nút chọn theo lệnh LPATH

Tham số

Lab : Các nhãn tương ứng lệnh LPATH

ITEM, COMP Các đại lượng và hướng chọn

U,X : Chuyển vị theo phương X

S,Y : Ứng suất theo Y

PLPATH

Cú pháp

PLPATH, Lab1, ..., Lab6

Hàm

Vẽ đồ thị theo trục tọa độ chung X-Y, theo đường định nghĩa

Tham số

Lab1,..Lab6 : Các nhãn tương ứng với PDEF

2.3.7 Các lệnh điều khiển màn hình

- Lệnh chọn màn hình và cửa sổ

/SHOW

Cú pháp

/SHOW,Fname,EXT,VECT,NCPL

Hàm

Hàm vẽ đồ thị theo các số liệu tính toán

Tham số

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

EXT : Tên kiểu File ảnh

VECT =0 : Raster mode

=1 : Vector mode

NCPL : Định màu : 4 = 16 màu, 8 = 256 màu

/WINDOW

Cú pháp

/WINDOW,WN,XMIN,XMAX,YMIN,YMAX,...

/WINDOW,WN,TOP

BOT

LEFT

RIGHT

Hàm

Định nghĩa cửa sổ làm việc

Tham số

WN : Số TT các cửa sổ (từ 1~5)

XMIN, XMAX

YMIN, YMAX : Toạ độ cửa sổ

Thí dụ

/WIN,1, TOP

/WIN,2, BOT

- Lệnh chọn thực đơn

/MENU

Cú pháp

MENU, Key,...

Hàm

Gọi Menu để hoạt động

Tham số

Key = ON : Mở MENU

= OFF : Đóng MENU

- Lệnh ghi đồ hoạ

/GSAVE

Cú pháp

/GSAVE.Fnam,Ext.Dir

Hàm

Ghi hình vào File để lưu

Tham số

Fnam : Tên FILE

EXT : Tên kiểu

Dir : Đường dẫn thư mục

/GRESUME

Cú pháp

/GRESUME,Fnam,EXT,DIR

Hàm

Đọc dữ liệu đã được ghi vào FILE

Tham số

Fnam : Tên FILE

EXT : Tên kiểu

Dir : Đường dẫn thư mục

/TLOCAL

Cú pháp

/TLOCAL,WN,Key

Hàm

Đưa vào hoạt động cửa sổ đồ hoạ

Tham số

WN : Cửa sổ

Key 0= Đóng cửa sổ

1= Mở cửa sổ

/VIEW

Cú pháp

/VIEW,WN,XV,YV,ZV

Hàm

Chuyển quan sát 3D

Tham số

WN : Số thứ tự cửa sổ

XV : Hướng Trục X quan sát

YV : Hướng Trục Y quan sát

ZV : Hướng Trục Z quan sát

/FOCUS

Cú pháp

/FOCUS,WN,XF,YF,ZF

Hàm

Định nghĩa vùng nhìn mở rộng

Tham số

WN : Số thứ tự cửa sổ

XV : Hướng Trục X quan sát mở rộng

YV : Hướng Trục Y quan sát

ZV : Hướng Trục Z quan sát

/DIST

Cú pháp

/DIST,WN,DVAL

Hàm

Xác định khoảng cách đối tượng

Tham số

WN : Số thứ tự cửa sổ

DVAL

/ZOOM

Cú pháp

/ZOOM,WN,Lab

Hàm

Tham số

WN : STT cửa sổ

Lab OFF : Đóng

BACK : Trở về mức ban đầu

/AUTO

Cú pháp

/AUTO,WN

Hàm

Tự động đặt tỷ lệ

Tham số

WN : Cửa sổ hoạt động

/USER

Cú pháp

/USER,WN

Hàm

Chọn tỷ lệ trong các lệnh /DISK; /FOCUS

Tham số

WN : Số cửa số

/TLABEL

Cú pháp

/TLABEL,X,Y,TEXT

/TLABEL,DELETE

Hàm

Nhập xâu ký tự vào đồ thị

Tham số

X,Y : Toạ độ ký tự đầu

TEXT : Dòng văn bản

DELET : Xoá dòng văn bản vừa nhập

/TYPE

Cú pháp

/TYPE,WN,TYPE

Hàm

Kiểu biểu diễn đồ hoạ

Tham số

WN : Cửa số xử lý

TYPE : Kiểu

BASIC (=0) : Kiểu cơ sở

SECT (=1) : Kiểu có đường tâm

HIDC (=2) : Ấn đường tâm

HIDD (=3) : Ấn đường mặt

HIDP (=4) : Ấn với độ chính xác cao hơn

Thí dụ 1:

/TYPE,1,4

/VIEW,1,1,1,1

Thí dụ 2:

/TYPE,1,5

/VIEW,1,1,1,1

WPCS : Bề mặt A

WPROT,,,90 : Mặt cắt B vuông góc với A và X0Z

WPROT,,45 : Mặt cắt vuông với A làm với X0Z 45°

/SHRINK

Cú pháp

/SHRINK,Ratio

Hàm

Tỷ lệ nét biểu diễn phần tử

Tham số

Ratio : Tỷ lệ từ 0~0.5 0.1 có nghĩa tăng 10%

/GLINE

Cú pháp

/GLINE,WN,STYLE

Hàm

Xác định kiểu đường bao đối tượng

Tham số

WN : Cửa sổ khảo sát

Style 0 : Kiểu mặc định có đường bao

1 : Kiểu thay đổi

-1 : Kiểu không có đường bao

/NORMAL

Cú pháp

/NORMAL,WN.Key

Hàm

Kiểm tra diện tích phần biểu diễn đồ họa

Tham số

WN : Cửa sổ

Key = 0 : Không có mặt phân biệt mặt- diện tích

= 1 : Chỉ có mặt phần tử

= -1 : Chỉ có diện tích phần tử được biểu diễn

/EDGE

Cú pháp

/EDGE, WN,KEY,ANGLE

Hàm

Biểu diễn các cạnh

Tham số

WN : Cửa số

KEY = 0 : Biểu diễn phần tử không có cạnh

= 1 : Biểu diễn cạnh

ANGLE : Dung sai theo toạ độ Đề các

/ESHAPE

Cú pháp

/ESHAPE,SCALE

Hàm

Biểu diễn phần tử dạng thanh, tấm, 3D

Tham số

SCALE =0 : Biểu diễn thanh

=1 : Biểu diễn dạng 3D

/PNUM

Cú pháp

/PNUM, Label, KEY

Hàm

Biểu diễn đánh số

Tham số

Lab : Nhãn

NODE : Đánh số cho nút

ELEM : Phần tử

MAT : Vật liệu

TYPE : Kiểu phần tử

REAL : Đặc trưng hình học

KPOI : Điểm

LINE : Đường

AREA : Diện tích

VOLU : Thể tích

KEY =1 : Hiện số

=0 : Không hiện số

/NUMBER

Cú pháp

/NUMBER, NKEY

Hàm

Kiểm tra số màu biểu diễn

Tham số

NKEY = 0 : Biểu diễn màu và số
= 1 : Chỉ biểu diễn màu
= 2 : Chỉ biểu diễn số
= -1 : Không màu không số

/PSYMB

Cú pháp

/PSYMB,Lab, Key

Hàm

Đặt kí hiệu và biến đổi

Tham số

Lab CS : Hệ toạ độ chung
NDIR : Hệ toạ độ nút
ESYS : Hệ toạ độ phân tử
LDIR : Hướng của đường
LAYER : Biểu diễn hệ cho lớp
KEY = 0 : Không biểu diễn kí hiệu
= 1 : Biểu diễn kí hiệu toạ độ
= N : Nếu Lab=Layer theo hướng N

/PBC

Cú pháp

/PBC,ITEM,COMP,KEY

Hàm

Biểu diễn liên kết trong mô hình

Tham số

ITEM U : Chuyển vị
ROT : Quay
TEMP : Nhiệt độ
PRES : áp lực
VOLT : Điện áp
MAG : Từ trường
COMP X,Y,Z : Các thành phần
KEY 0 : Không biểu diễn liên kết
1 : Có biểu diễn liên kết

/ANGLE

Cú pháp

/ANGLE, WN,THETA, axis

Hàm

Quay đồ thị

Tham số

WN : Cửa sổ

THETA : góc quay

AXIS : Quay so với trục

XS : Hướng trục tọa độ chung OX

YS : Hướng trục tọa độ chung OY

ZS : Hướng trục tọa độ chung OZ

XM : Trục đề các X

YM : Trục đề các Y

ZM : Trục đề các Z

/VUP

Cú pháp

/VUP,WN,LAB

Hàm

Định nghĩa hướng biểu diễn của các trục tọa độ

Tham số

LAB X : Hướng X theo trục ngang

Y : Hướng Y lên trên

Z : Hướng Z vuông góc với màn hình

2.3.8 Một số lệnh xử lý chung khác

- Lệnh xác định tọa độ

LOCAL

Cú pháp

LOCAL,KCN,KCS,XC,YC,ZC,THXY,THYZ,THZX,PAR1,PAR2

Hàm

Định nghĩa hệ tọa độ địa phương

Tham số

KCN : Đánh số hệ tọa độ toán thể , lớn hơn 10

KCS : Kiểu hệ tọa độ

0 : Hệ đécác

1 : Hệ trụ

2 : Hệ cầu

3 : Hệ xuyên

XC, YC, ZC : Tọa độ tâm của hệ địa phương so với hệ toàn thể

THXY, THYZ, THZX : Góc quay của trục hệ địa phương so với hệ trục toàn thể

PAR1, PAR2 : Quan hệ dài của 2 trục elíp

Thí dụ

LOCAL,11, 1,370,,,,,-90

LOCAL,12,1,370,450,,,,,90

LOCAL,13,1,370,740

CSYS

Cú pháp

CSYS,KCN

Hàm

Đưa vào hoạt động một hệ toạ độ toàn thể

Tham số

KCN = 0 : Hệ toàn thể là hệ Đécac

= 1 : Hệ toàn thể là hệ Trụ

= 2 : Hệ toàn thể là hệ Cầu

= 3 : Hệ toàn thể là hệ Xuyên

= 11~999 : Làm việc với các hệ toạ độ địa phương đã định nghĩa ở lệnh LOCAL có số từ 11 đến 999

DSYS

Cú pháp

DSYS,KCN

Hàm

Cho số liệu và mô tả kết quả trong hệ toạ độ tùy ý

Tham số

KCN : Hệ toạ độ đã định nghĩa trong LOCAL

NROTATE

Cú pháp

NROTATE,NODE1,NODE2,NINC

Hàm

Quay hệ trục của một nút

Tham số

NODE1 : Nút đầu

NODE2 : Nút cuối

NINC : bước tiến

RSYS

Cú pháp

RSYS, KCN

Hàm

Cho hoạt động một hệ tọa độ để liệt kê và biểu diễn kết quả

Tham số

KCN : Tọa độ địa phương tham chiếu.

- Các lệnh xử lý File

ANSYS cho phép ghi các dữ liệu của các quá trình tiền xử lý, xử lý và hậu xử lý khi trong chương trình có lệnh SAVE. Các dữ liệu được lấy ra nhờ lệnh RESUME. Sau lệnh /EXIT ANSYS tự động ghi dữ liệu vào các FILE. Nếu không muốn ghi thì dùng lệnh /EXIT, NOSAVE.

FILE.DB : ANSYS lưu giữ các dữ liệu về hình học, mô hình FE, các dữ liệu có thể bị xoá khi có lệnh /CLEAR.

FILE.LOG : File văn bản ghi các lệnh theo thứ tự nhập. File này được gọi và thực hiện nhờ lệnh /INPUT.

FILE.ERR : File ghi lại các lỗi chương trình. Có thể xem để sửa chương trình.

FILE.OUT : File văn bản ghi dữ liệu kết quả tính toán.

FILE.RST : File ghi lưu dữ liệu

FILE.GRPH : File ghi các đồ thị, được gọi ra bằng lệnh DISPLAY.

FILE.EMAT : File ghi ma trận phần tử.

FILE.TRI : File ghi các dữ liệu ma trận cấu trúc tam giác.

/INPUT

Cú pháp

/INPUT, Fname, EXT, Dir

Hàm

Đọc 1 File mã ASCII để ANSYS xử lý

Tham số

Fname : Tên file

Ext : Kiểu

Dir : Đường dẫn

/OUTPUT

Cú pháp

/OUTPUT, Fnam, EXT, Dir

Hàm

Chuyển kết quả màn hình vào File

Tham số

Fnam : Tên file

EXT : Kiểu

Dir : Đường dẫn

Lệnh này có thể dùng để viết kết quả trong bảng vào 1 File với /OUTPUT không có tham số, sau đó lại đưa kết quả ra màn hình.

/FILNAM

Cú pháp

/FILNAM,Fnam

Hàm

Đặt tên cho File, nếu không đặt tên ANSYS sẽ lấy tên mặc định FILE.

Tham số

Fnam : Tên File làm việc, không quá 8 ký tự.

2.3.9 Ngôn ngữ thiết kế tham số APDL

***STATUS**

Cú pháp

***STATUS,Par,IMIN,IMAX,JMIN,JMAX,KMIN,KMAX**

Hàm

Liệt kê các định nghĩa tham số

Tham số

Par : Tên tham số

IMIN, IMAX, ..., KMAX : Tham số mảng với giá trị nhỏ nhất và lớn nhất theo 3 chiều;

***GET**

Cú pháp

***GET,Par,Entity,ENTNUM,Item1,IT1num,Item2,IT2num**

Hàm

Đặt các tham số cho các phép tính

Tham số

Par : Tên Tham số

Entity : Các đối tượng: nút, phần tử, điểm, đường, diện tích

ENTNUM : Số TT đối tượng

ITEM1 : Đối tượng 1

IT1NUM : Tên đối tượng 1

ITEM2 : Đối tượng 2

IT2NUM : Tên đối tượng 2

Thí dụ:

/POST1

***DO,i,1,25**

SET,i

NSORT,SX
*GET,SIGX, SORT,,MAX
*IF,SIGX,GT,100,THEN
PLNS,SX
*ENDIF
*ENDDO

***DO**

Cú pháp

***DO,Par,IVAL,FVAL,INC**

Hàm

Thực hiện một lệnh

Tham số

Par : Tên tham số

IVAL : Giá trị đầu

FVAL : Giá trị cuối

INC : Bước nhảy

***ELSE**

Cú pháp

***ELSE**

Hàm

Lệnh hoặc là khi lệnh kiểm tra không đúng.

***ELSEIF**

Cú pháp

***ELSEIF,VAL1,OPER,VAL2**

Hàm

Lệnh kiểm tra tổng hợp như lệnh THEN-ELSE

Tham số

VAL1 : Giá trị kiểm tra

OPER : Nếu đúng thực hiện thao tác này

VAL2 : Nếu không đúng thì theo giá trị này

***IF**

Cú pháp

***IF,VAL1,OPER,VAL2,Base**

Hàm

Kiểm tra điều kiện

Tham số

VAL1 : Giá trị tham số kiểm tra

OPER : Toán tử logic kiểm tra

EQ : bằng VAL1=VAL2

NE : Không bằng VAL1 # VAL2

LT : Nhỏ hơn VAL1<VAL2

GT : Lớn hơn VAL1>VAL2

LE : Nhỏ hơn hoặc bằng VAL1≤ VAL2

GE : Lớn hơn hoặc bằng VAL1≥ VAL2

VAL2 : Nếu không thoả mãn điều kiện trên thì lấy giá trị này

Base : Tác động khi toán tử logic là True

Label : Nhân đã định nghĩa

STOP : Dừng chương trình

EXIT : Thoát khỏi lệnh *DO

CYCLE : Quay vòng lệnh

THEN Tương tự như IF-THEN-ELSE

***ENDIF**

Cú pháp

***ENDIF**

Hàm

Kết thúc đoạn chương trình con IF-THEN-ELSE

***EXIT**

Cú pháp

***EXIT**

Hàm

Thoát khỏi chương trình con

***GO**

Cú pháp

***GO,Base**

Hàm

Đưa con trở đến nơi cần

Tham số

Base Label : Nhân đã định nghĩa

STOP : Dừng chương trình

***CYCLE**

Cú pháp

***CYCLE**

Hàm

Vòng lặp

Các toán tử APDL

Theo chuẩn ngôn ngữ FORTRAN

SIN : Sin

COS : Cos

TAN : Tang

ASIN : arc-sin

ACOS : arc-cos

ATAN : arc-tan

SINH : Hàm SIN hyperbol

COSH : Hàm COS hyperbol

TANH : Hàm tang hyperbol

LOG : Loga

EXP : Hàm e mũ

SQRT : Hàm căn

ABS : Giá trị tuyệt đối

NINT : Gán giá trị thực

***AFUN**

Cú pháp

***AFUN,Lab**

Hàm

Định nghĩa đơn vị góc

Tham số

Lab = RAD : Radian

= DEG : Độ

Lệnh MACRO

Muốn tạo lệnh MACRO cần theo công thức dạng:

***CREATE, Fnam, EXT,...**

....

... Các lệnh của ANSYS gói trong MACRO

....

***END**

***CREATE**

Cú pháp

***CREATE,Fnam,EXT,Dir**

Hàm

Tạo file Macro nằm giữa 2 từ khoá ***CREATE** và ***END**

Tham số

Fnam : Tên File dữ liệu

EXT : Tên kiểu

Dir : Đường dẫn thư mục

***END**

Cú pháp

***END**

Hàm

Kết thúc lệnh MACRO, đi kèm lệnh ***CREATE**

***USE**

Cú pháp

***USE,NAM,ARG1,....,ARG9**

Hàm

Gọi thực hiện một chương trình con MACRO

Tham số

ARG1, ARG9 : Giá trị các tham số

Thí dụ:

```
*CREATE,AUSWERT  
  /POST1  
  *DO,i,1,ARG2  
    SET,i  
    NSORT,SX  
  *GET,SIGX,SORT,,MAX  
  *IF,SIGX,GT,ARG1,THEN  
    PLNSOL  
  *ENDIF  
  *ENDDO  
  
*END  
...  
...  
  
*USE, AUSWERT,100,15
```


***REPEAT**

Cú pháp

***REPEAT,NTOT,VINCI,....,VINCII**

Hàm

Vòng lặp

Tham số

VINCI, VINCII : Tham số từ 1 đến 11

Thí dụ

N,1,10

REPEAT,8,1,5

Có nghĩa : N,2,15

N,3,20

N,4,25

N,5,30

N,6,35

N,7,40

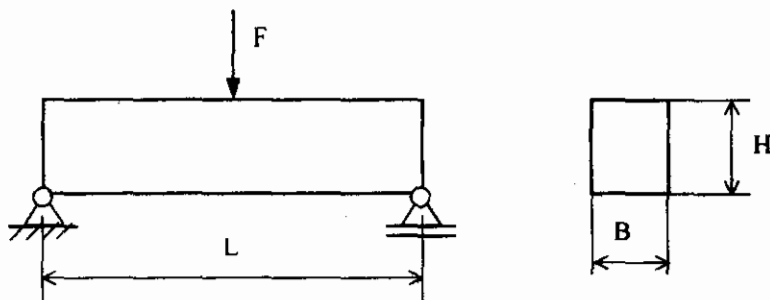
N,8,45

Chương III. CÁC BÀI TOÁN ỨNG DỤNG VÀ NÂNG CAO

BÀI TẬP 1. TÍNH ỨNG SUẤT VÀ BIẾN DẠNG DẮM ĐƠN GIẢN

Cho một dầm 2 gối tựa : Lực tác dụng tại tâm : $F = 10 \text{ N}$;

Kích thước dầm : dài $L = 800 \text{ mm}$; cao $H = 90 \text{ mm}$; rộng $B = 10 \text{ mm}$.



Hình 83. Dầm đơn giản

Mô men uốn $I_z = (1/12) * B * H^3 = 609500 \text{ mm}^4$

Vật liệu : thép Mô đun Young $E = 200000 \text{ N/mm}^2$

Bài toán giải theo lý thuyết như sau:

Chuyển vị UY

$$UY = -(F * L^3) / (48 * E * I_z) = -(10 * 800^3) / (48 * 200000 * 607500)$$

$$UY = -0.88 * 10^{-3} \text{ mm}$$

Ứng suất

$$\sigma_{xx} = \pm M/W = \pm M * H / (I_z * 2)$$

$$= \pm 0.148 \text{ N/mm}^2$$

Sau khi khởi động ANSYS, khi xuất hiện dòng nhắc lệnh: BEGIN

Nếu dùng nhập chương trình bằng thực đơn sẽ bấm ENTER;

Không dùng thực đơn, các từ in đậm là từ khoá phải nhập từ bàn phím, các từ không đậm là từ xuất hiện trên màn hình sau mỗi lệnh:

/MENU, OFF {Khoá thực đơn}

BEGIN: {Lệnh mức 1}

/PREP7 {Lệnh tiền xử lý}

PREP7: {Lệnh mức 2}

ET,1,PLANE42,,,3 {Khai báo kiểu phần tử, phần tử phẳng,
bài toán ứng suất phẳng}

PREP7:

R,1,10 {Hằng số Đặc trưng hình học, chiều rộng B=10mm}
 PREP7:
MP,EX,1,2E5 {Mô đun đàn hồi E=2.10⁵N/mm²}
 PREP7:
N,1,0,0,0 {Định nghĩa Nút 1 tại gốc toạ độ}
 PREP7:
N,9,800,0,0 {Nút 9 tại X=800}
 PREP7:
FILL,1,9 {Điền nút từ nút 1 đến nút 9}
 PREP7:
NGEN,4,10,1,9,1,,30 {Tái tạo nút 3 lần mỗi lần đánh số cách 10, từ nút 1 đến nút 9, cách nhau 30mm}

 PREP7:
/PNUM,NODE,1 {Hiện số nút}
 PREP7:
NPLOT {Vẽ nút}
 PREP7:
E,1,2,12,11 {Định nghĩa phần tử gồm nút 1,2,12,11}
 PREP7:
EGEN,8,1,1 {Tái tạo phần tử, 8 lần mỗi bước 1}
 PREP7:
EGEN,3,10,-8 {Tái tạo phần tử, 3 lần, bước 10, theo X 8 phần tử}
 PREP7:
EPLLOT {Vẽ phần tử}
 PREP7:
FINI {Kết thúc bước tiền xử lý}
 BEGIN:
/SOLU {Chuyển sang bước giải}
 SOLU_LS1:
D,1,ALL {Đặt liên kết tại nút 1 không có bậc tự do}
 SOLU_LS1:
D,9,UY {Liên kết tại nút 9, UY=0}
 SOLU_LS1:
F,35,FY,-10 {Đặt lực tập trung, tại nút 35, lực FY=-10N}
 SOLU_LS1:

```

/PBC,ALL,1 {Vẽ điều kiện biên, tất cả}
SOLU_LS1:
EPlot      {Vẽ phần tử}
SOLU_LS1:
SOLVE      {Lệnh Giải theo điều kiện biên đã cho}
SOLU_LS1:
FINI       {Kết thúc Solution}
BEGIN:
/POST1     {Bắt đầu bước Hậu xử lý}
POST1:
PLDI,1     {Lệnh vẽ hình chuyển vị của các nút}
POST1:
PLNSOL,U,Y {Vẽ kết quả theo nút, chuyển vị, trục Y}
POST1:
FINI       {Kết thúc Hậu xử lý}
BEGIN:
/EXIT      {Thoát khỏi chương trình}

```

Chú ý: Khi sử dụng /MENU,OFF các hình vẽ sẽ xuất hiện, trong bài này các hình chưa được ghi vào FILE ảnh, nên chỉ có thể quan sát.

Sau kết thúc mỗi lệnh, trên màn hình xuất hiện

BEGIN:

đó là biểu hiện mức lệnh mức 1;

PREP7:

SOLU_LS1:

POST1:

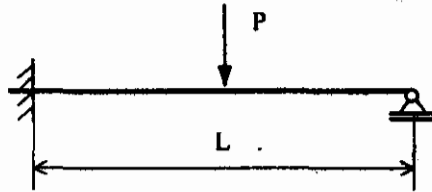
là các lệnh mức 2, khi hết mức cần có lệnh FINISH, sau đó mới chuyển sang hệ lệnh khác cùng mức.

Thoát khỏi chương trình bằng lệnh

/EXIT

BÀI TẬP 2. TÍNH ỨNG SUẤT VÀ BIẾN DẠNG DẮM NGÀM

Cho một dầm dài 1000 mm, chịu lực tập trung $P = 50$ N, một đầu ngàm, một đầu trên gối tựa; có chiều rộng bản $a = 10$ mm, chiều cao $h = 30$ mm; mômen chống uốn $J = 22500$ mm⁴; làm bằng vật liệu có mô đun đàn hồi $E = 2.1 \cdot 10^5$ N/mm².



Hình 84. Dầm ngàm chịu lực

```

/SHOW,DAM,GRP
/PREP7
ET,1,BEAM3      { Khai báo phần tử , PT 1, dạng dầm }
R,1,300,2.25E4,30 { Đặc trưng hình học: Diện tích A=300mm2,
                  mômen chống uốn J = 2.25*104, chiều cao h = 30 mm }
MP,EX,1,2.1E5   { Đặc trưng vật lý: Môđun đàn hồi E=2.1*105N/mm2 }
N,1             { Nút 1 tại toạ độ 0,0 }
N,11,1000      { Nút 11 tại X=1000 }
FILL            { Điền nút }
NPLOT          { Vẽ nút }
E,1,2          { Phần tử 1, từ 1 đến 2 }
EGEN,10,1,1    { Tái tạo phần tử, 10 lần, từ phần tử 1 bước là 1 }
EPLLOT         { Vẽ phần tử }
/PNUM,ELEM,1   { Đánh số phần tử, cho hiện }
EPLLOT         { Vẽ phần tử }
FINI           { Kết thúc }
/SOLU          { Giải }
D,1,ALL,0      { Cho liên kết, tại nút 1, không có bậc tự do }
D,11,UY,0      { Cho liên kết, tại nút 11, UY=0 }
F,6,FY,-50     { Đặt lực tác dụng, FY, theo chiều âm, F=-50N }
SOLVE          { Giải theo điều kiện biên }
FINI           { Kết thúc }
/POST1         { Hậu xử lý }
PLDISP,1       { Vẽ chuyển vị }
PLNSOL,S,Y     { Vẽ lời giải theo nút, các giá trị ứng suất theo trục Y }
PLNSOL,S,EQV   { Vẽ lời giải theo nút, các giá trị ứng suất tương đương }
PRNSOL,U       { Vẽ chuyển vị của nút }
PRRSOL         { Vẽ theo lời giải lực }
FINI           { Kết thúc }
/EXIT          { Thoát khỏi chương trình }

```

Chú ý: Bài tập này cũng nhập vào như bài trên, nhưng có dòng lệnh

`/SHOW, DAM, GRP`

tất cả các dữ liệu đồ hoạ sẽ được ghi vào FILE Dam.GRP, vì vậy trên màn hình sẽ có thông báo ghi dữ liệu ra File Graph, không thể quan sát được.

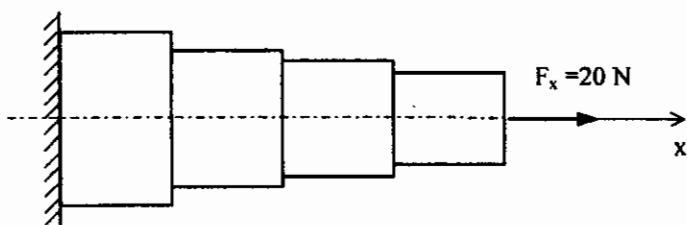
Muốn quan sát để điều chỉnh chương trình, cần khoá lệnh đó lại bằng cho thêm dấu (*) vào đầu dòng. Chạy thử chương trình, nếu được sẽ mở ra để ghi.

R là lệnh nhập các đặc trưng hình học vật liệu, có trên 10 tham số, tùy theo kiểu phần tử các tham số này được đưa vào các vị trí khác nhau. Các tham số đặc trưng hình học là: Diện tích mặt cắt ngang, Mômen quán tính qua các trục Z,Y; chiều cao hay chiều dày, góc định hướng, hằng số uốn, giá trị dự ứng lực, khối lượng trên đơn vị, ...

BÀI TẬP 3. TÍNH ỨNG SUẤT VÀ BIẾN DẠNG CHI TIẾT THANH

Cho một thanh gồm 1 đầu, có diện tích mặt cắt trung bình của 4 đoạn là 8.875; 6.625; 4.375; 2.125 mm²; chịu lực theo chiều X $F_x = 20\text{N}$;

Tính giá trị ứng suất và biến dạng dọc trục?



Hình 85. Dầm gồm tiết diện thay đổi chịu lực dọc trục

`/SHOW, THANH, GRP`

`/PREP7`

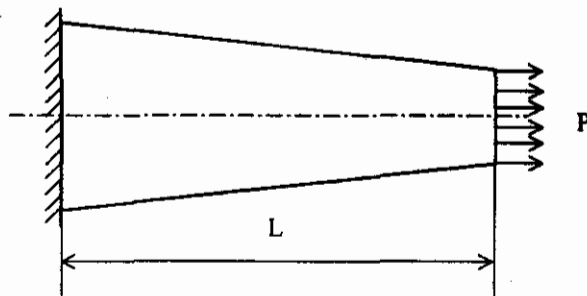
```
ET,1,LINK1      {Phần tử thanh}
MP,EX,1,3000    {Mô đun đàn hồi theo chiều X, E = 3000 N/mm2}
R,1,8.875      {Đặc trưng hình học, đoạn 1, diện tích mặt cắt = 8.875 mm2}
R,2,6.625      {Đặc trưng hình học, đoạn 2, diện tích mặt cắt = 6.625 mm2}
R,3,4.375      {Đặc trưng hình học, đoạn 3, diện tích mặt cắt = 4.375 mm2}
R,4,2.125      {Đặc trưng hình học, đoạn 4, diện tích mặt cắt = 2.125 mm2}
N,1,0,         {Nút 1 X=0}
N,5,100,0      {Nút 5, X=100, Y=0}
FILL            {Điền nút}
REAL,1         {Đoạn vật liệu 1}
E,1,2          {Phần tử 1, từ nút 1 đến nút 2}
REAL,2         {Đoạn vật liệu 2}
```

E,2,3	{Phần tử 2, từ nút 2 đến nút 3}
REAL,3	{Đoạn vật liệu 3}
E,3,4	{Phần tử 3 nút 3~4}
REAL,4	{Đoạn vật liệu 4}
E,4,5	{Phần tử 4 từ nút 4~5}
/PBC,ALL,1	{Vẽ điều kiện biên}
/PNUM,NODE,1	{Đánh số nút}
/PNUM,ELEM,1	{Đánh số phần tử}
EPLOT	{Vẽ phần tử}
FINI	{Kết thúc}
/SOLU	{Giải}
D,1,ALL	{Liên kết, điểm 1, $U_X = U_Y = 0$ }
F,5,FX,20	{Lực, tại điểm 5, theo trục X, $F_X = 50 \text{ N/mm}^2$ }
SOLVE	{Giải theo điều kiện biên}
FINI	{Kết thúc}
/POST1	{Hậu xử lý}
ETABLE,SAX,LS,1	{Cho kết quả kiểu bảng, giá trị ứng suất theo chiều X}
PRRSOL	{Cho lời giải theo lực}
PLLS,SAX,SAX	{Vẽ theo đường bao, lực dọc trục}
PRETAB,SAX	{Cho kết quả bảng giá trị lực}
FINI	{Kết thúc}
/EXIT	{Thoát khỏi chương trình}

Chú ý:

Chi tiết thanh chỉ chịu lực dọc trục không chịu uốn. Nếu có uốn sẽ phải giải theo bài toán ổn định.

BÀI TẬP 4. TÍNH ỨNG SUẤT VÀ BIẾN DẠNG DẦM NGÀM CÓ TIẾT DIỆN THAY ĐỔI GIẢM DẦN



Hình 86. Dầm ngàm có diện tích mặt cắt thay đổi đều

Cho một dầm ngàm, có diện tích mặt cắt giảm dần, chịu lực dọc trục phân bố đều trên dầm; Chiều dài 1 mm. Tìm phân bố ứng suất và biến dạng?

/PREP7

/SHOW,VD4,GRP

ET,1,42,,,3 { Khai kiểu phần tử Plane 42, bài toán biến dạng

MP,EX,1,3000 { Môđun đàn hồi E = 3000 }

R,1,1 { Đặc trưng hình học , chiều dày B = 1 }

N,1,0,-5 { Nút 1 tại X=0, Y=-5 }

N,2,0,5 { Nút 2 tại X=0, Y=5 }

N,3,50,-2.25 { Nút 3 tại X=50, Y=-2.25 }

N,4,50,2.25 { Nút 4 tại X=50, Y=2.25 }

N,5,100,-0.5 { Nút 5 tại X=100, Y=-0.5 }

N,6,100,0.5 { Nút 6 tại X=100, Y=0.5 }

E,4,2,1,3 { Định nghĩa phần tử 1: gồm nút 4,2,1,3 }

E,6,4,3,5 { Pt2 gồm nút 6,4,3,5 }

EPLOT { Vẽ phần tử }

FINI { Kết thúc }

/SOLU { Giải }

D,1,ALL,0 { Liên kết tại nút 1 không có bậc tự do }

D,2,UX,0 { Tại nút 2 UX=0 }

F,5,FX,10 { Tại nút 5 lực FX=10N }

F,6,FX,10 { Tại nút 6 FX=10N }

/PNUM,ELEM,1 { Hiện số phần tử }

EPLOT { Vẽ phần tử }

/PNUM,NODE,1 { Hiện số nút }

/PBC,ALL,,1 { Vẽ điều kiện biên }

EPLOT { Vẽ phần tử }

SOLVE { Giải }

FINI { Kết thúc SOLUTION }

/POST1 { Bắt đầu xử lý, bài toán tĩnh }

PLNSOL,S,X { Vẽ lời giải theo nút, ứng suất theo trục X }

PRNSOL,U { Vẽ đường phân bố chuyển vị }

FINI { Kết thúc }

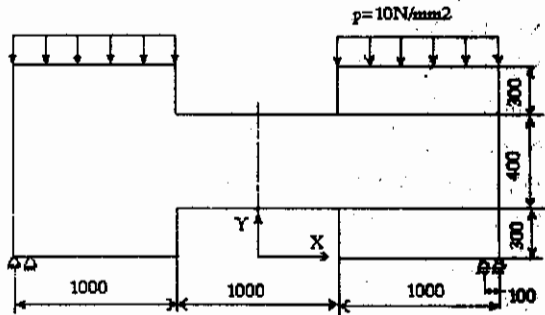
/EXIT

BÀI TẬP 5. DẪM CÓ KÍCH THƯỚC THAY ĐỔI

Cho một dầm 2 gối tựa dạng tấm, ở giữa bị cắt lõm kích thước như hình vẽ, chiều dày bằng 15 mm. Vật liệu dầm : Mô đun đàn hồi $E = 2.1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2$, hệ số Poisson $\nu = 0.3$. Dầm chịu áp lực đều tác dụng lên phần diện tích lớn $p = 10 \text{ N/mm}^2$. Tính và vẽ đường đẳng trị ứng suất tương đương.

Tính và vẽ đường đẳng trị ứng suất pháp theo chiều X;

Tính và vẽ ứng suất tiếp.



Hình 87. Dầm đơn giản có diện tích thay đổi

```

/FNAME,BT5      {Đặt tên cho chương trình}
/SHOW,BT5,GRP  {Đặt tên cho FILE đồ hoạ ghi các đồ thị}
/TITLE,BT5     {Tên của các đồ thị}
/PREP7
ET,1,PLANE42,,,3 {Khai báo Phần tử phẳng Plane42, ứng suất phẳng}
R,1,15        {Khai báo hằng số vật liệu, chiều dày 15 mm}
MP,EX,1,210000 {Thuộc tính vật liệu, môđun đàn hồi}
MP,NUXY,1,0,3 {Hệ số Poisson}
N,1           {Định nghĩa nút thứ nhất, tại vị trí 0,0}
N,13,0,1200  {Nút 13, tại y = 1200}
FILL,1,13    {Điền nút giữa 1 và 13}
NGEN,16,20,1,13,1,100 {Tái tạo nút, 16 lần, khoảng số cách nhau 20, từ nút 1
                        đến nút 13, bước tiến 1, mỗi bước có giá trị 200 mm}
/PNUM,NODE,1  {Đánh số, nút, cho xuất hiện}
NPLLOT       {Vẽ nút}
/PNUM,NODE,0  {Cho chữ số nút ẩn}
E,1,21,22,2  {Định nghĩa phần tử, PT1 các nút 1,21,22,2}
    
```

EGEN,12,1,-1

{Tái tạo phần tử, 12 pt theo chiều Y, quay lại }

18	22	23	28	31	119	122	124	223	225	226	228	229	230	232	233
17	21	24	27	30	117	120	121	222	224	227	229	231	232	234	235
13	25	26	31	34	111	121	122	223	224	225	226	227	228	229	230
09	09	20	24	27	105	109	110	210	211	212	213	214	215	216	217
8	08	19	23	26	103	107	108	208	209	210	211	212	213	214	215
7	07	18	22	25	101	105	106	206	207	208	209	210	211	212	213
6	06	17	21	24	100	104	105	205	206	207	208	209	210	211	212
5	05	16	20	23	99	103	104	204	205	206	207	208	209	210	211
4	04	15	19	22	98	102	103	203	204	205	206	207	208	209	210
3	03	14	18	21	97	101	102	202	203	204	205	206	207	208	209
2	02	13	17	20	96	100	101	201	202	203	204	205	206	207	208
1	01	12	16	19	95	99	100	200	201	202	203	204	205	206	207

Hình 88. Định nghĩa nút và đánh số

18	22	23	28	31	119	122	124	223	225	226	228	229	230	232	233
17	21	24	27	30	117	120	121	222	224	227	229	231	232	234	235
13	25	26	31	34	111	121	122	223	224	225	226	227	228	229	230
09	09	20	24	27	105	109	110	210	211	212	213	214	215	216	217
8	08	19	23	26	103	107	108	208	209	210	211	212	213	214	215
7	07	18	22	25	101	105	106	206	207	208	209	210	211	212	213
6	06	17	21	24	100	104	105	205	206	207	208	209	210	211	212
5	05	16	20	23	99	103	104	204	205	206	207	208	209	210	211
4	04	15	19	22	98	102	103	203	204	205	206	207	208	209	210
3	03	14	18	21	97	101	102	202	203	204	205	206	207	208	209
2	02	13	17	20	96	100	101	201	202	203	204	205	206	207	208
1	01	12	16	19	95	99	100	200	201	202	203	204	205	206	207

Hình 89. Định nghĩa phần tử và đánh số

EGEN,15,20,-12 {Tái tạo phần tử, 15 PT theo chiều X, từ số 12}

/PNUM,ELEM,1 {Đánh số, phần tử, cho hiện}

EPLLOT {Vẽ phần tử}

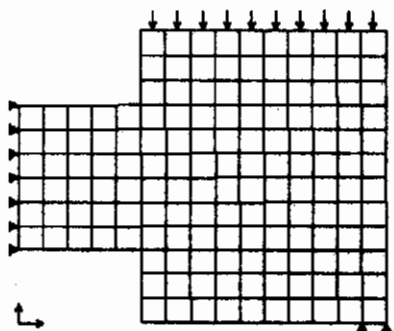
/PNUM,ELEM,0 {Cho ẩn số phần tử}

ESEL,S,ELEM,,1,49,12 {Chọn phần tử, hàng 1, từ số 49}

ESEL,A,,,2,50,12 {Hàng 2, từ số 50}

ESEL,A,,,3,51,12 {Hàng 3, từ số 51}

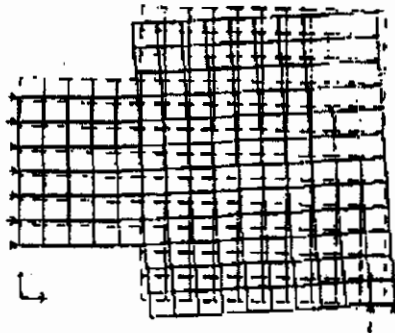
ESEL,A,,,10,58,12 {Hàng 10 từ số 58}
 *REPEAT,3,,,1,1 {Lặp lại 3 lần, mỗi lần tăng 1 hàng}
 EDEL,ALL {Xoá các phần tử đã chọn}
 ESEL,ALL {Chọn các phần tử}
 NDEL,1,81,20 {Xoá các nút từ 1~81, cách 20}
 *REPEAT,3,1,1 {Lặp 3 lần}
 NDEL,11,91,20 {Xoá nút từ 11 đến 91}
 *REPEAT,3,1,1 {Lặp lại 3 lần}
 FINI {Kết thúc phần PREP7}



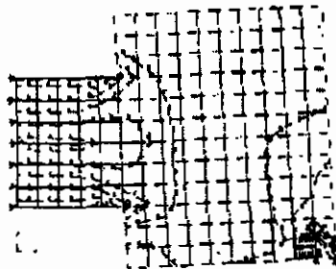
Hình 90. Mô hình sau khi cắt và đặt điều kiện biên

/SOLU {Bắt đầu phần giải}
 D,301,UY,0 {Đặt gối tựa tại nút 301, $UY = 0$ }
 D,281,UY,0 {Đặt gối tựa tại nút 281, $UY = 0$ }
 NSEL,S,LOC,X,0 {Chọn nút, đặt chọn, định vị trí các nút $X = 0$ }
 D,ALL,UX,0 {Đặt liên kết tất cả, $UX = 0$ }
 NSEL,ALL {Chọn nút, tất cả}
 NSEL,S,LOC,Y,1200 {Chọn nút, đặt vị trí nút $Y = 1200$ }
 SF,ALL,PRES,10 {Lực bề mặt, tất cả nút chọn, áp lực, $P = 10 \text{ N/mm}^2$ }
 /PSF,PRES,,2 {Vẽ lực, lực nén, }
 NSEL,ALL {Chọn nút}
 /PBC,ALL,1 {Vẽ các điều kiện biên, tất cả, cho hiện}
 EPLOT {Vẽ phần tử}
 SOLVE {Giải bài toán theo điều kiện đã cho}
 FINI {Kết thúc}
 /POST1 {Kết suất dữ liệu, Hậu xử lý}

PRRSOL { Cho lời giải , từ giá trị tính phản lực gối }
 /PSF,PRES,,0 { Vẽ lực, áp lực, không hiện }
 PLDI,1 { Vẽ chuyển vị của các phần tử }
 /SHOW,,,1 { Hiện hình vẽ }
 PLNS,S,EQV { Vẽ lời giải tại các nút , ứng suất, US tương đương }
 /SHOW { Biểu diễn }
 PLNS,S,X { Vẽ lời giải tại các nút , ứng suất, US theo X }
 LPAT,4,10 { Đường dẫn theo đường từ nút 4 đến nút 10 }
 PDEF,SX,S,X { Định nghĩa vẽ đường đẳng trị, US, theo trục X }
 PLPA,SX { Vẽ theo đường đẳng trị, US theo SX }
 FINI { Kết thúc phần Hậu xử lý }
 /EXIT { Thoát khỏi chương trình }



Hình 91. Chuyển vị của các phần tử



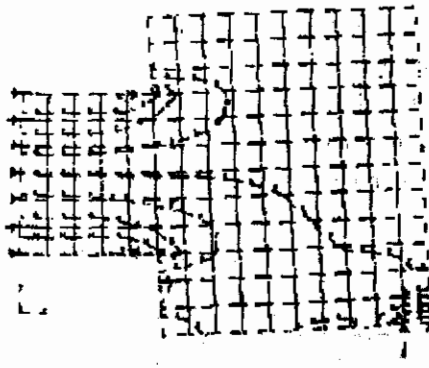
Hình 92. Đường đẳng mức ứng suất tương đương

Mô hình hình học được xây dựng bằng cách xác định nút và tái sinh nút và phần tử.

Sau khi tạo diện tích toàn thể, sử dụng biện pháp chọn và cắt các nút và phần tử không nằm trong hình của đối tượng.

Khi biểu diễn sự phân bố ứng suất và biến dạng theo đường đẳng trị.

Để vẽ đồ thị biểu diễn 1 tham số theo một dãy nút, cần định nghĩa lại đường dẫn và cho lệnh vẽ tham số theo đường dẫn đó.



Hình 93. Đường đẳng mức ứng suất theo trục X

BÀI TẬP 6. SỬ DỤNG KỸ THUẬT ĐIỂM, ĐƯỜNG VÀ DIỆN TÍCH XÂY DỰNG MÔ HÌNH HÌNH HỌC

Đầu bài như bài 5 nhưng xử lý mô hình như sau :

Sử dụng phương pháp dựng mô hình hình học bằng cách xác định tọa độ các điểm, đường và diện tích, sử dụng các lệnh tạo hình đối xứng.

K, Số TT, tọa độ:

Định nghĩa điểm, đánh số thứ tự và cho tọa độ X,Y,Z của điểm.

A, tên các điểm xác định diện tích

Định nghĩa diện tích A, cho tên các điểm xác định diện tích, các điểm có thể đến 9.

/SHOW,BT6,GRP

/TITLE, BT6

/PREP7

ET,1,PLANE42,,,3

R,1,15

MP,EX,1,210000

LOCAL,11,0,0,600 {Đặt tọa độ địa phương số 11 tại tọa độ [0,0,600]}

K,1 {Định nghĩa điểm 1 tại 0,0,0}

K,2,500	{Điểm 2 tại X=500}
K,3,1500	{Điểm 3 tại X=1500}
K,4,,300	{Điểm 4 tại X=0, Y=300}
K,5,500,300	{Điểm 5 tại X=500, Y=300}
K,6,1500,300	{Điểm 6 tại X=1500, Y= 300}
K,7,500,600	{Điểm 7 , X = 500, Y = 600}
K,8,1500,600	{Điểm 8, X = 1500, Y = 600}
/PNUM,KPOI,1	{Đánh số điểm và cho hiện số}
KPLOT	{Vẽ các điểm}
A,1,2,5,4	{Định nghĩa diện tích 1 gồm các điểm 1,2,5,4}
A,2,3,6,5	{Định nghĩa diện tích 2 gồm các điểm 2,3,6,5}
A,5,6,8,7	{Định nghĩa diện tích 3 gồm các điểm 5,6,7,8}
APLOT	{Vẽ diện tích}
ESIZE,100	{Xác định kích thước phần tử theo các cạnh với giá trị 100}
ESHAPE,2	{Tạo hình phần tử}
SAVE	{Ghi vào File dữ liệu}
AMESH,ALL	{Tạo lưới diện tích}
EPLOT	{Vẽ phần tử}
ARSYM,Y,ALL	{Tạo phần đối xứng qua Y, tất cả}
EPLT	{Vẽ phần tử}
NUMM,ALL	{Đánh số}
WAVES	{Hợp lý hoá chia phần tử}
EPLT	{Vẽ phần tử}
/PNUM,LOC,1	{Đánh số phần tử}
FINI	{Kết thúc}
/SOLU	{Giải}
CSYS	{Xác định toạ độ toàn thể}
NSEL,S,LOC,X,0	{Chọn nút}
DSYM,SYMM,X,0	{Xác định liên kết đối xứng, theo trục X}
NSEL,S,LOC,X,1400,1500	{Chọn nút, X=1400}
NSEL,R,LOC,Y,0	{Chọn nút, chọn lại, Y=0}
D,ALL,UY	{Liên kết tất cả nút chọn UY=0}
NSEL,ALL	{Chọn nút, tất cả}
/PBC,ALL,1	{Vẽ điều kiện biên}
NPLOT	{Vẽ nút}
NSEL,S,LOC,Y,1200	{Chọn nút với Y=1200}

SF,ALL,PRESS,10	{ Cho lực ép $p=10 \text{ N/mm}^2$ }
/PSF,PRES,,2	{ Vẽ lực bề mặt, lực ép }
NSEL,ALL	{ Chọn nút }
EPLOT	{ Vẽ phần tử }
SOLVE	{ Giải }
FINI	{ Kết thúc }
/POST1	{ Hậu xử lý }
PRRSOL	{ Cho lời giải với giá trị phản lực }
PLDI,1	{ Vẽ chuyển vị }
PLNS,S,EQV	{ Vẽ kết quả theo đường đẳng trị, US, tương đương }
PLNS,S,X	{ Vẽ kết quả theo đường đẳng trị, US, X }
FINI	{ Kết thúc }
/EXIT	{ Thoát khỏi chương trình }

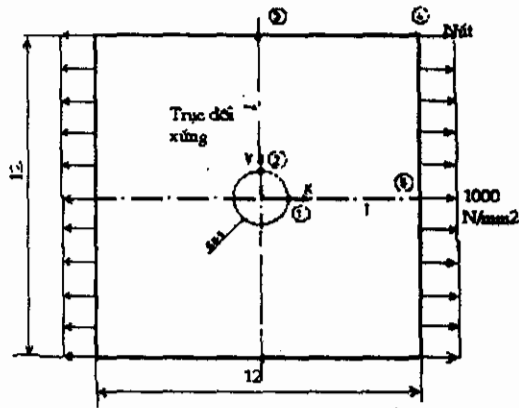
Chú ý: Các kết quả tính toán như bài trước, cần làm quen với phương pháp dựng mô hình. Đồng thời sử dụng lệnh WAVES để liên kết cách tạo phần tử từ mô hình hình học.

BÀI TẬP 7. XÁC ĐỊNH PHÂN BỐ ỨNG SUẤT QUANH LỖ NẪM GIỮA TẤM CHỊU LỰC KÉO

Bài này sử dụng /MENU,ON, nhập các dữ liệu qua MENU.

Tính ứng suất và biến dạng tấm có lỗ, có chiều dày 1 mm, làm bằng vật liệu có môđun đàn hồi $E = 2.1 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$, chịu lực kéo $p = 1000 \text{ N/mm}^2$.

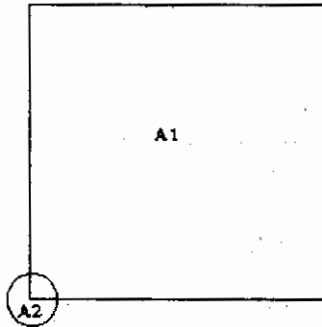
- Khởi động ANSYS, khi xuất hiện dòng
BEGIN: bấm phím ENTER để chương trình chạy tiếp và vào MENU, ON.
- Dùng chuột chọn mục **MAIN CMDS**
- Chọn lệnh **START**
- Chọn lệnh **/FILNAM** ở MENU dọc bên trái màn hình, dưới dòng nhập lệnh xuất hiện tên lệnh và các tham số.
 Bấm vào nút **Keybd**, để nhập tên FILE, kiểu trên thanh lệnh.
 Bấm nút **EXEC** để thực hiện nhập lệnh.
- Chọn lệnh **/TITLE** để nhập tiêu đề.
 Bấm nút **Keybd** để nhập tên tiêu đề.
 Bấm nút **EXEC** để nhập tên tại dòng lệnh.



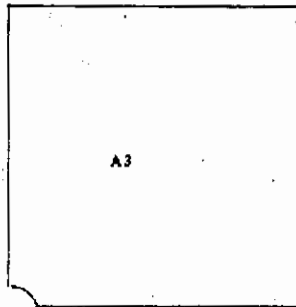
Hình 94. Tấm có lỗ chịu lực kéo

- Chọn lệnh **Preproc** trên MENU ngang để vào mức **PREP7**,
Bấm nút EXEC.
- Chọn **ElemType** trên MENU dọc bên trái
Bấm chọn **By Command**, MENU dọc trái mới xuất hiện.
- Chọn lệnh **ET**, nhập dữ liệu trên dòng lệnh: `Item= 1, ENam=PLAN82` ;
Bấm nút EXEC.
- Chọn **RealCons** trên MENU ngang;
Nhập dữ liệu vào thanh lệnh: diện tích mặt cắt;
Bấm EXEC
- Chọn **Material** trên MENU ngang;
Nhập dữ liệu vào dòng lệnh; `MP,EX,1,2.1e5`,
Bấm EXEC.
- Chọn **SolidMod** trên MENU ngang;
Bấm nút **Primitiv** trên MENU dọc;
Bấm nút **RECTING** và nhập dữ liệu: `RECTING,,6,,6`
Bấm EXEC.
Bấm nút **PCIRC** và nhập dữ liệu: `PCIRC,,0.5`
Bấm EXEC.
- Bấm phím **Graph** ở vùng phím thông tin.
- Bấm nút **Plot Model**
- Bấm nút **Areas**
- Bấm nút **(DefColr)**

- Bấm nút **Apply**
- Bấm nút **Quit**
- Bấm nút **Grph**
- Bấm nút **Legnd** để tái sinh mô hình
- Bấm phím **Quit**



Hình 95. Vẽ hình vuông, tròn và trừ logic



Hình 96. Mô hình tính toán (1/4 tấm)

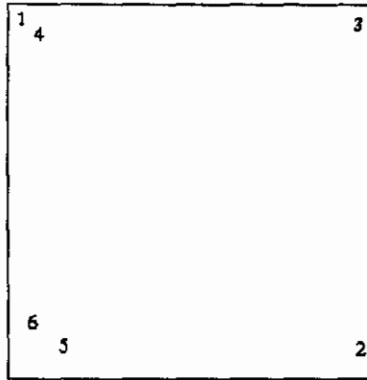
- Chọn lệnh **Boolean** trên Menu ngang
- Chọn lệnh **Subtract**
- Chọn lệnh **ASBA**, nhập dữ liệu: ASBA,1,2
- Bấm phím **EXEC**
- Bấm nút **Misc**
- Bấm nút **SAVE**
- Bấm nút **QUIT**
- Chọn lệnh **MesCtrl** (dùng tạo lưới)

Bấm nút **Keybd** để nhập lệnh bằng phím

Nhập lệnh / TRIAD,OFF và ENTER để đóng chia lưới tam giác;

Bấm ESC .

- Bấm nút **Grph** , hiện các phím điều khiển ở MENU dọc bên trái;
- Bấm nút **Plot Model**
- Bấm nút **KeyPoint**
- Bấm nút **KpointNum**
- Bấm nút **Apply**
- Bấm nút **Quit**



Hình 97. Các điểm tại các góc

- Chọn lệnh **KESIZE** trên MENU dọc trái để định nghĩa kích thước phần tử gắn các nút bằng cách nhập các giá trị tham số theo chỉ dẫn ở dòng nhập lệnh:

KESIZE, A, 1.5 Bấm EXEC

KESIZE, 5, 0.3 Bấm EXEC

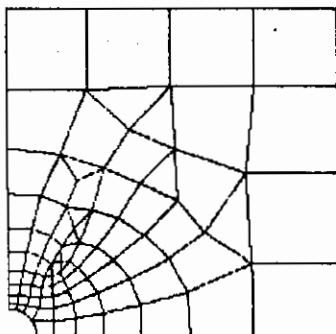
KESIZE, 6, 0.1 Bấm EXEC

- Bấm nút **Keybd**

Gõ vào dòng lệnh: **KLIST** sau đó ENTER

- Bấm nút **EXIT** để kết thúc lệnh liệt kê.
- Bấm phím **MISC**
- Bấm nút **SAVE** để ghi
- Bấm nút **Quit**
- Chọn lệnh **Mesh Gen**
- Chọn lệnh **AMESH**

Nhập dữ liệu vào dòng lệnh AMESH, 3
Bấm nút EXEC



Hình 98. Chia lưới mô hình

Chuyển mức xử lý SOLUTION

- Chọn nút Solution trên Menu ngang
- Chọn Loads
- Chọn Constrnt
- Chọn On Line
- Chọn DL
- Bấm nút Grph
- Bấm nút Plot Model
- Bấm nút Lines
- Bấm nút NoKpoiNum để không đánh số điểm
- Bấm nút Apply
- Bấm nút Quit
- Nhập dữ liệu vào dòng lệnh : DL, P,,Symm

Bấm nút EXEC

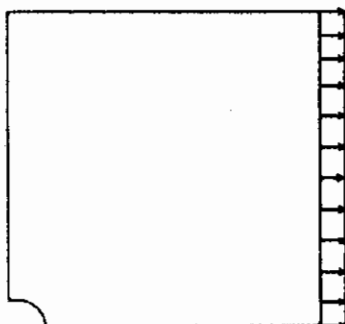
- Dùng chuột kích vào cạnh trái sau bấm nút Apply,

Trên hình xuất hiện L10

- Kích chuột vào diện tích chính, sau bấm nút Apply, trên hình xuất hiện ký hiệu A3 và 2 chữ S và S10 trên cạnh trái;
- Dùng chuột kích vào cạnh dưới và bấm nút Apply, trên cạnh dưới xuất hiện ký hiệu S9 giữa 2 ký tự S
- Bấm nút Quit

Đặt lực:

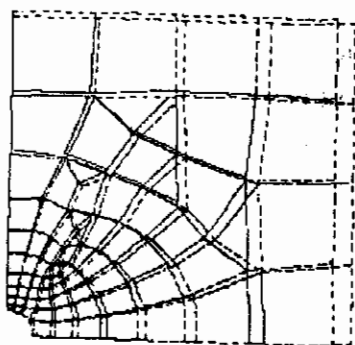
- Chọn lệnh **Surface** trên Menu ngang
- Chọn lệnh **On Line** trên Menu dọc
- Chọn lệnh **SFL**: Nhập dữ liệu : **SFL, PICK, PRES, -1000**
Bấm nút **EXEC**
- Kích chuột vào cạnh phải, bấm nút **Apply** và bấm nút **Quit**
- Chọn mục **UTIL Cnds**
- Chọn lệnh **Graphics**
- Chọn **NumColor**
- Chọn **/PSF** , nhập dữ liệu vào dòng lệnh: **/PSF, PRES,,2**
Bấm nút **EXEC**
- Chọn lại mục **Main Cnds**
- Bấm nút **Keybd** và gõ lệnh **LPOT**
Bấm **ENTER**



Hình 99. Đặt lức

- Chọn lệnh **Execute** , chọn **SOLVE** để giải bài toán theo điều kiện đã cho.
- Chọn mục **FINISH** , để kết thúc **SOLUTION**
Bấm **EXEC** để thực hiện lệnh
- Chọn lệnh **Postproc** để xuất dữ liệu mức **POST1**
- Chọn lệnh **General**
- Chọn lệnh **REVIEW**
- Chọn lệnh **Plot**
- Bấm nút **Keybd**, nhập từ bàn phím : **/PSF,PRES,,0**
Bấm **ENTER**
- Chọn **PLDISP** vẽ hình chuyển vị : **PLIDSP, 1**
Bấm nút **EXEC**.

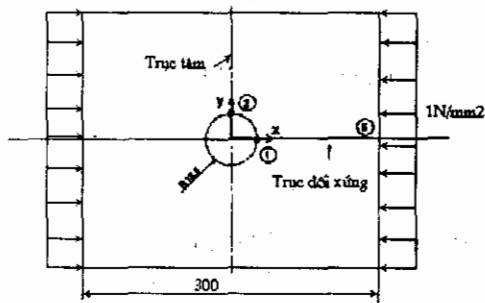
- Chọn lệnh **PLNSOL**, nhập từ bàn phím : **PLNSOL, S,X**
Bấm **EXEC**
- Bấm nút **Grph**
- Bấm nút **Legnd**
- Bấm nút **Quit**
- Chọn lệnh **LIST** sau đó chọn **PRERR** nhấp chuột 2 lần để cho dữ liệu sai số theo tiêu chuẩn năng lượng:
- Kết quả cho dòng : Phân trăm sai số cấu trúc theo tiêu chuẩn năng lượng = 1.2619.
Bấm **EXIT** để thoát.



Hình 100. Hình chuyển vị

- Bấm nút **FINISH** để kết thúc **POST1**
- Bấm **EXEC**
- Bấm **/EXIT** để kết thúc chương trình.

BÀI TẬP 8. TRƯỜNG ỨNG SUẤT VÀ BIẾN DẠNG TẤM CÓ LỖ (TIẾP)



Hình 101. Tấm có lỗ chịu lực nén

Tấm có lỗ ở tâm $R = 12,5 \text{ mm}$; Kích thước tấm $300 \times 300 \times 1 \text{ mm}$; Mô đun đàn hồi $E = 2,1 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$; Lực nén 2 bên $p = 1 \text{ N/mm}^2$.

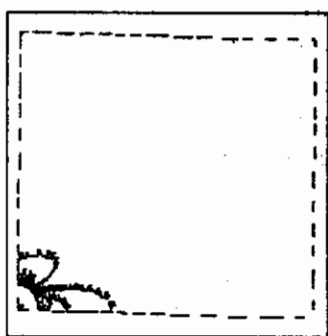
Mô hình xây dựng từ các lệnh tạo điểm và đường.

```

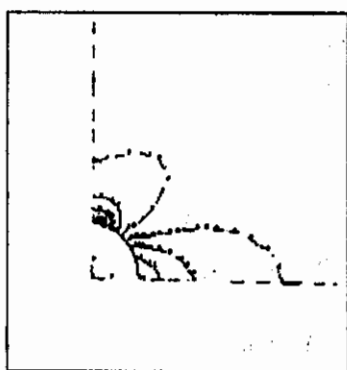
/SHOW,BT8,GRP {Các bản vẽ ghi vào FILE có tên BT11.grp}
/TITLE,Tấm có lỗ {Tiêu đề}
/PREP7 {Tiền xử lý}
ET,1,PLANE42 {Phần tử phẳng}
MP,EX,1,210000 {Mô đun đàn hồi E=210000N/mm2}
CSYS,1 {Định nghĩa hệ tọa độ toàn cục, tọa độ đề các}
/PNUM,KP,1 {Đánh số điểm}
K,,12.5 {Định nghĩa điểm 1}
K,,12.5,90 {Định nghĩa điểm 2}
K,PLOT {Vẽ điểm}
L,1,2 {Định nghĩa đường từ điểm 1 đến 2}
L,PLOT {Vẽ đường}
CSYS {Định nghĩa hệ tọa độ}
K,,150 {Định nghĩa điểm tại X=0,Y=150}
K,,150,150 {Định nghĩa điểm X=150,Y=150}
K,,150 {Định nghĩa điểm X=150}
K,PLOT {Vẽ điểm}
L,1,5 {Đường 1 từ điểm 1 đến 5}
L,5,4 {Đường 2 từ điểm 5 đến 4}
L,4,3 {Đường 3 từ điểm 4 đến 3}
L,3,2 {Đường 4 từ điểm 3 đến 2}
L,PLOT {Vẽ đường}
AL,ALL {Xác định diện tích qua các đường bao}
APLOT {Vẽ diện tích}
FINI {Kết thúc}
/SOLU {Giải}
DL,2,,SYMM {Liên kết, tại đường 2, đối xứng}
DL,5,,SYMM {Liên kết, tại đường 5, đối xứng}
SFL,3,PRES,+1 {Gia tải lực bề mặt p = 1 N/mm2}
/PSF,PRES,,2 {Vẽ tải}
ADAPT,10,3 {Giải bài toán tương thích lưới, với 10 lần giải và độ chính xác 3%}
EPLOT {Vẽ phần tử}
FINI {Kết thúc}
/POST1 {Hậu xử lý}

```

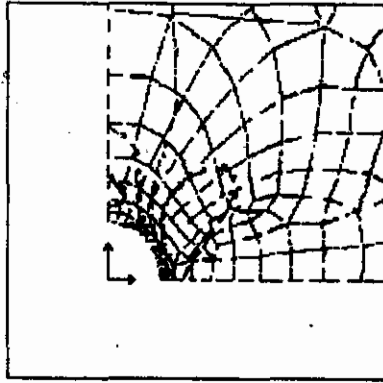
/EDGE,1,1	{Chỉ biểu diễn cạnh của đối tượng, cửa số 1, cho hiện}
/SHOW,,,1	
PLNS,S,X	{Vẽ ứng suất pháp, X}
/DIST,1,30	{Xác định khoảng nhìn, cửa 1}
/FOCUS,1,20,20	{Định vị tiêu cự ,cửa số 1, vị trí tiêu cự 20,20}
PLNS,S,X	{Vẽ ứng suất pháp, X}
/GSAVE	{Ghi kết quả}
/RESE	{Tái hiện đồ thị}
PLNS,S,Y	{Vẽ ứng suất pháp, Y}
/DIST,1,30	{Xác định khoảng nhìn, cửa 1}
/FOCUS,20,20	{Định vị tiêu cự ,cửa số 1, vị trí tiêu cự 20,20}
PLNS,S,Y	{Vẽ ứng suất pháp, Y}



Hình 102. Phân bố ứng suất (Đường đẳng mức) Sx



Hình 103. Phân bố ứng suất Sx, khuếch đại

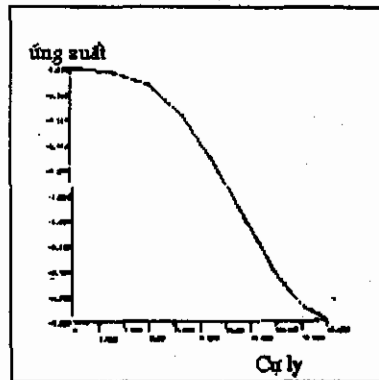


Hình 104. Phân bố ứng suất S_y

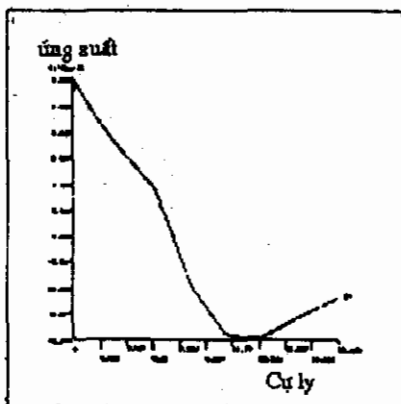
```

/RESE      {Chọn lại}
CSYS,1    {Đưa số liệu vào hệ tọa độ trụ}
DSYS,1    {Cho kết quả và mô tả kết quả trong hệ tọa độ tùy ý}
N1=NODE(12.5,0,0) {Nút số 1 12.5,0,0}
N2=NODE(12.5,90,0) {Nút số 2 12.5,90,0}
LPATH,N1,N2 {Đường dẫn từ N1~N2}
PDEF,SX,S,X {Định nghĩa Vẽ đồ thị ứng suất , X}
PLPA,SX    {Vẽ đồ thị}
PDEF,SY,S,Y {Định nghĩa Vẽ đồ thị ứng suất , Y}
PLPA,SY    {Vẽ đồ thị}
FINI      {Kết thúc}
/EXIT     {Thoát khỏi chương trình}

```



Hình 105. Đường biến đổi ứng suất từ điểm 1 đến điểm 2



Hình 106. Phân bố ứng suất tiếp từ điểm 1 đến 2

BÀI TẬP 9. SỬ DỤNG KỸ THUẬT DỰNG MÔ HÌNH BẰNG VẼ

Đầu bài như bài tập 5. Xây dựng mô hình bằng lệnh vẽ hình.

```

/SHOW,BT9,GRP
/TITLE, DAM
/PREP7
ET,1,PLANE42,,,3
R,1,15
MP,EX,1,210000
RECTING,0,500,300,900 {Vẽ hình chữ nhật 1}
RECTING,500,1500,0,1200 {Vẽ hình chữ nhật 2}
AADD,1,2 {Cộng hình 1 vào hình 2}
APLOT {Vẽ diện tích}
ESIZE,100 {Kích thước phần tử, 100}
SAVE {Ghi vào FILE}
AMESH,ALL {Chia lưới diện tích}
FINI {Kết thúc}
/SOLU {Giải}
NSEL,S,LOC,X,0 {Chọn các nút với X=0}
DSYM,SYMM,X,0 {Đối xứng qua liên kết, tại các điểm X=0}
NSEL,S,LOC,X,1350,1500 {Chọn nút có tọa độ X=1350,Y=1500}
NSEL,R,LOC,Y,0 {Chọn nút, chọn tiếp, tại Y=0}
D,ALL,UY {Liên kết, tất cả các điểm chọn UY=0}

```

```

NSEL,S,LOC,Y,1200      {Chọn các nút có Y=1200}
SF,,PRES,10           {Lực bề mặt, áp lực p=10N/mm2}
/PSF,PRES,,2          {Vẽ tải trọng}
NSEL,ALL              {Chọn nút}
/PBC,ALL,1            {Vẽ liên kết}
EPLOT                 {Vẽ phần tử}
SOLVE                 {Giải}
FINI                  {Kết thúc}
/POST1 PRRSOL         {Vẽ lời giải theo phần lực}
PLDI,1                {Vẽ chuyển vị}
/SHOW,,,1            {Vẽ hình}
PLNS,S,EQV            {Vẽ kết quả theo nút, ứng suất , tương đương}
PLNS,S,X              {Vẽ kết quả theo nút, ứng suất , theo X}
FINI                  {Kết thúc}
/EXIT                 {Thoát khỏi chương trình}

```

BÀI TẬP 10. XÁC ĐỊNH TRƯỜNG PHÂN BỐ ỨNG SUẤT VÀ BIẾN DẠNG CỦA DẪM NGÀM, ĐƯỢC LÀM BẰNG VẬT LIỆU PHI TUYẾN

Cho dầm ngầm chịu lực khối tại đầu.

Chiều dài $L = 50$ mm; rộng $B = 10$ mm; cao $H = 10$ mm;

Lực tác dụng: $F_x = 1500$ N; $F_y = 1000$ N, $F_z = 1000$ N;

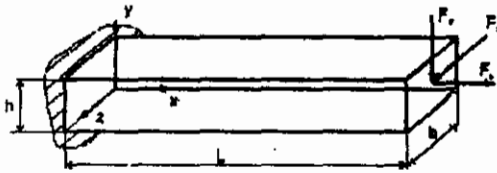
Vật liệu: Môđun đàn hồi: $E = 1.96 \times 10^5$ N/mm²; Hệ số Poisson $\nu = 0.3$

Sử dụng phần tử khối.

Vật liệu phi tuyến.

Biến dạng	Ứng suất (N/mm ²)
0.001	196
0.002	300
0.003	380
0.004	440
0.006	470

Xác định trường ứng suất và biến dạng của thanh ?

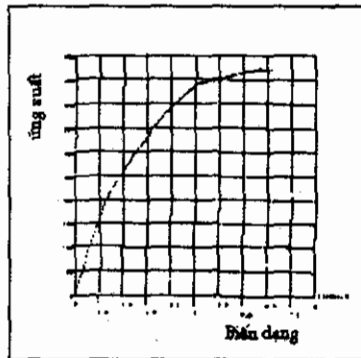


Hình 107. Dầm ngang làm bằng vật liệu đàn hồi phi tuyến

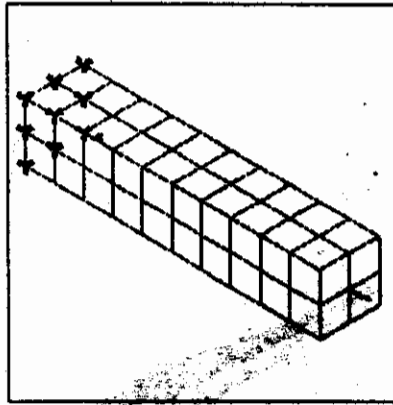
```

/FILNAME, BT10, AL
/SHOW, BT10, GRP
/PREP7
ET, 1, SOLID45, , , 1 {Phần tử khối 3D}
MP, EX, 1, 1.96E5 {Nhập tính chất, mô đun đàn hồi}
TB, MELAS, 1 {Vật liệu biến dạng đàn hồi phi tuyến}
TBPT, , 0.001, 196 {Điểm US-BD 1}
TBPT, , 0.002, 300 {Điểm US-BD 2}
TBPT, , 0.003, 380 {Điểm US-BD 3}
TBPT, , 0.004, 440 {Điểm US-BD 4}
TBPT, , 0.006, 470 {Điểm US-BD 5}
/GRID, 1 {Biểu đồ kẻ ô}
TBPLOT, MELAS, 1 {Vẽ biểu đồ đặc tính vật liệu}
BLOCK, , 50, , 10, , 10 {Tạo khối dài 50, rộng 10, cao 10}
ESIZE, 5 {Định kích thước phần tử 5mm}
/VIEW, , 1, 1, 1 {Tầm nhìn với góc có tọa độ 1,1,1}
VMESH, 1 {Tạo lưới khối}
/PBC, U, , 1 {Vẽ điều kiện biên, chuyển vị}

```



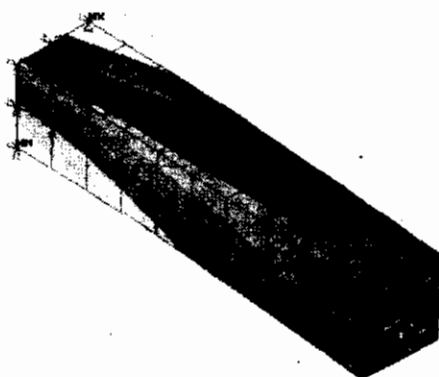
Hình 108. Biểu đồ ứng suất - biến dạng



Hình 109. Phần tử và điều kiện biên

/PBC,F,,1	{Vẽ điều kiện biên lực}
EPlot	{Vẽ phần tử}
FINI	{Kết thúc}
/SOLU	{Giải}
OUTRES,ALL,ALL	{Kiểm tra các Item để ghi vào FILE Data}
NLGEOM,ON	{Biến dạng lớn, mở}
NSEL,S,LOC,X,0	{Chọn nút, định vị trí X=0}
D,ALL,ALL,0	{Liên kết, các điểm chọn, độ tự do bằng 0}
VSEL,ALL	{Chọn thể tích, tất cả}
ASEL,ALL	{Chọn diện tích, tất cả}
LSEL,ALL	{Chọn cạnh, tất cả}
KSEL,ALL	{Chọn điểm, tất cả}
ESEL,ALL	{Chọn phần tử, tất cả}
NSEL,ALL	{Chọn nút, Tất cả}
N1=NODE(50,5,5)	{Định nghĩa nút 1 tại 50,5,5}
F,N1,FX,1500	{Lực tác dụng tại N1, FX=1500}
F,N1,FY,-1000	{Lực tác dụng tại N1, FY=-1000}
F,N1,FZ,1000	{Lực tác dụng tại N1, FZ=1000}
EPlot	{Vẽ phần tử}
AUTOTS,ON	{Xác định bước thời gian tự động}
NSUB,10,100	{Định nghĩa số bước con để nạp bước tính}
OUTR,ALL,ALL	{Kiểm tra các Item để ghi vào FILE Data}

SOLVE	{Giải}
FINI	{Kết thúc}
/POST1	
SET	{Đặt phép giải}
PLNS,U,Y	{Vẽ lời giải theo nút, chuyển vị, theo Y}
PLNS,S,X	{Vẽ lời giải theo nút, ứng suất pháp theo X}



Hình 110. Phân bố ứng suất SX

PLNS,S,XY	{Vẽ lời giải theo nút, ứng suất tiếp Txy}
FINI	{Kết thúc}
/EXIT	{Thoát}

Trong bài tập, sử dụng phần tử khối 3D với việc nhập dữ liệu và xuất kết quả theo 3 chiều.

Mô hình vật liệu là đàn hồi phi tuyến, dữ liệu nhập theo điểm trong quan hệ US-BD. Sử dụng Lệnh TBPT để nhập giá trị từng điểm.

Do bài toán 3D nên các liên kết cũng phải đặt tại tất cả các nút cần thiết và biểu diễn trong không gian 3 chiều.

Do bài toán không phải đàn hồi tuyến tính nên cần dùng lệnh NLGEOM để chuyển đổi. Nếu không dùng máy không hiểu và không thể tính toán được.

BÀI TẬP 11. TÍNH ỨNG SUẤT VÀ BIẾN DẠNG DẦM

Sử dụng bài toán tĩnh STAT, nhập các giá trị của đặc trưng hình học bằng lệnh RMOD.

(Bài làm thêm)

```

/PREP7
/SHOW,BT11,GRP
STAT

```

```

ET,1,beam3
R,1
RMORE,1,1,300
RMOR,1,2,2.2e4
RMOR,1, 3,30
MP,EX,1,2.1e5
N,1
N,11,1000
NPLLOT
NPLLOT,1
FILL
E,1,2
EGEN,10,1,1
EPLOT
NPLLOT,1
E,1,2
EGEN,10,1,1
FINISH
/SOLU
D,1,ALL
D,11,UY
F,6,FY,-50
SOLVE
FINISH
/POST1
PLDISP,1
PRRSOL
FINISH
/EXIT

```

BÀI TẬP 12. BIẾN DẠNG ĐÀN DẼO CHI TIẾT ỐNG

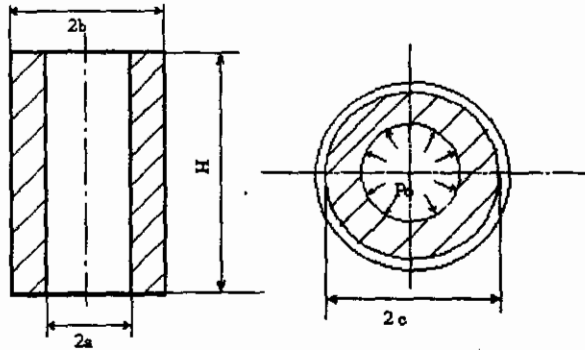
Cho một ống có bán kính trong $a = 100 \text{ mm}$, bán kính ngoài $b = 250 \text{ mm}$, bên trong chịu áp lực p_0 . Sử dụng mô hình vật liệu là đàn dẻo lý tưởng, mô đun đàn hồi $E = 2 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$, giới hạn chảy $\sigma_s = 200 \text{ N/mm}^2$.

Tính phân bố ứng suất trên thành ống trong các trường hợp sau:

a. Áp lực bên trong $p = 50 \text{ N/mm}^2$;

- b. Cho tải trọng tác dụng;
- c. Cho áp lực $p = 205 \text{ N/mm}^2$;
- d. Cho tải trọng tác dụng.

Xét trường hợp biến dạng đàn hồi, vật liệu sau biến dạng đàn hồi, biến dạng dẻo và vật liệu sau biến dạng dẻo.



Hình 111. Chi tiết ống chịu lực

Bài toán giải theo giải tích:

a. Khi biến dạng đàn hồi: Trong bài toán sức bền chi tiết ống ta có thể xác định ứng suất như sau:

Ứng suất hướng kính:

$$\sigma_{rr}(r) = -\frac{a^2}{b^2 - a^2} \cdot \left[\left(\frac{b}{r} \right)^2 - 1 \right] \cdot p_0$$

Ứng suất hướng tiếp:

$$\sigma_{\varphi\varphi}(r) = -\frac{a^2}{b^2 - a^2} \cdot \left[\left(\frac{b}{r} \right)^2 + 1 \right] \cdot p_0$$

Ứng suất hướng trục :

$$\sigma_{yy}(r) = -\frac{a^2}{b^2 - a^2} \cdot p_0$$

Biến dạng hướng kính:

$$u_r(r) = \frac{a^2}{b^2 - a^2} \cdot r \cdot \left[\frac{3}{E} + \left(\frac{1}{2} \frac{b^2}{r^2} - 1 \right) \frac{1}{G} \right] \cdot p_0$$

Kết quả khi $r = a$ và $r = b$ là:

$$\sigma_{rr}(r = a) = -p_0 = -50 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{rr}(r = b) = 0$$

$$\sigma_{\varphi\varphi}(r = a) = 1,38p_0 = 69 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{\varphi\varphi}(r = b) = 0,38p_0 = 19 \text{ N/mm}^2$$

$$u_r(r = a) = 4,06 \cdot 10^{-2} \text{ mm}$$

b. Khi biến dạng dẻo: dưới áp lực vật liệu biến dạng dẻo. Thiết lập phương trình vi phân cân bằng và giải, ta có thể thu được quan hệ:

$$p_0 = \frac{\sigma_F}{\sqrt{3}} \left[1 + 2 \ln \frac{c}{a} - \left(\frac{c}{b} \right)^2 \right]$$

Khi $c = a$:

$$p_0 = \frac{\sigma_F}{\sqrt{3}} \left[1 - \left(\frac{c}{b} \right)^2 \right]$$

Khi $c = b$:

$$p_0 = 2 \frac{\sigma_F}{\sqrt{3}} \ln \frac{b}{a}$$

C là bán kính trong sau biến dạng dẻo

$$\text{Với } p_0 = 205 \text{ N/mm}^2$$

$$c = 217 \text{ mm}$$

Từ các công thức trên ta có thể xác định các giá trị ứng suất và biến dạng tại r $a \leq r \leq b$

$$\sigma_{rr} = \frac{\sigma_F}{\sqrt{3}} \left[1 + 2 \ln \frac{c}{a} - \left(\frac{c}{b} \right)^2 \right]$$

$$\sigma_{\varphi\varphi}(r) = \sigma_{rr} + \frac{2}{\sqrt{3}} = \frac{\sigma_F}{\sqrt{3}} \left[1 - 2 \ln \frac{c}{r} + \left(\frac{c}{b} \right)^2 \right]$$

$$\sigma_{yy}(r) = \frac{1}{2} (\sigma_{rr} + \sigma_{\varphi\varphi}) = \frac{\sigma_F}{\sqrt{3}} \left[\left(\frac{c}{b} \right)^2 - 2 \ln \frac{c}{r} \right]$$

Thay số vào ta được:

$$\sigma_{rr}(r = c = 217 \text{ mm}) = -28,55 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{\varphi\varphi}(r = c) = 202,66 \text{ N/mm}^2$$

Tính biến dạng:

$$u_r(r) = \frac{\sigma_F r}{2 \sqrt{3} E} \left[\frac{c^2}{r^2} (5 - 4\nu) - (1 - 2\nu) \left(6 \ln \frac{c}{r} + 3 - \frac{2c^2}{b^2} \right) \right]$$

với $r = a = 100 \text{ mm}$

$u_r(r = a) = 0.43 \text{ mm}$

/FILENAM,BT12

/SHOW,BT12,GRP

/TITLE, ống đàn dẻo

/PREP7

ET,1,PLANE42,,,1 {Phần tử phẳng}

TB,BKIN,1 {Khai phần tử đàn dẻo lý tưởng}

MP,EX,1,2E5

TBDAT,,200,0 {Cho số liệu bảng với giá trị đầu, giới hạn chảy = 200 N/mm²}

TBPLOT,BKIN,1 {Vẽ đường đặc tính vật liệu}

N,1,100 {Định nghĩa nút 1, X=100}

N,11,250 {Nút 11, X=250}

FILL {Điền nút}

NPLOT,1

NGEN,2,20,1,11,1,,10

E,1,2,22,21

EGEN,10,1,-1

CPNGEN,1,UY,21,31,1 {Tạo các nút bổ sung}

FINI

/SOLU {Giải}

D,1,UY,,,11,1 {Liên kết, nút 1, UY = 0, nút 11 tự do}

SFE,1,4,PRES,,50 {Lực bề mặt, nút 1, áp lực, $p = 50 \text{ N/mm}^2$ }

SOLVE {Giải 1}

SFE,1,4,PRES,,0 {Lực bề mặt, nút 1, $p=0$ }

SOLVE {Giải 2}

SFE,1,4,PRES,,205 {Lực bề mặt $P=205 \text{ N/mm}^2$ }

SOLVE {Giải 3}

SFE,1,4,PRES,,0 {Lực bề mặt, $p=0$ }

SOLVE {Giải 4}

FINI {Kết thúc}

/POST1 {Hậu xử lý}

SET,1 {Đặt lời giải 1}

LPAT,1,11 {Giải theo đường dẫn 1~11}

PDEF,SV1,S,EQV {Định nghĩa lời giải, ứng suất giải 1, US tương đương}

PLPA,SV1 {Vẽ kết quả theo đường dẫn, SV1}

PDEF,SX1,S,X {Định nghĩa lời giải, ứng suất giải 1, U_S theo X}
PLPA,SX1 {Vẽ theo đường dẫn }
PDEF,SZ1,S,Z {Định nghĩa lời giải, ứng suất giải 1, U_S theo Z }
PLPA,SZ1 {Vẽ theo đường dẫn }
PDEF,UX1,U,X {Định nghĩa lời giải chuyển vị, theo X}
PLPA,UX1 {Vẽ theo đường dẫn }
SET,2 {Đặt lời giải 2}
PDEF,SV2,S,EQV {Định nghĩa lời giải, ứng suất 2, U_S tương đương}
PDEF,SX2,S,X {Định nghĩa lời giải, ứng suất giải 2, U_S theo X}
PDEF,SZ2,S,Z {Định nghĩa lời giải, ứng suất giải 2, U_S theo Z}
PDEF,UX2,U,X {Định nghĩa lời giải, chuyển vị giải 2, theo X}
SET,3 {Đặt biểu diễn cho lời giải 3}
PDEF,SV3,S,EQV
PDEF,SX3,S,X
PDEF,SZ3,S,Z
PDEF,UX3,U,X
SET,4 {Đặt biểu diễn cho lời giải 4}
PDEF,SV4,S,EQV
PDEF,SX4,S,X
PDEF,SZ4,S,Z
PDEF,UX4,U,X
/GRID,1 {Đồ thị có kẻ ô}
/AXLAB,X, Chiều dày ống s, mm {Chú giải trục X đồ thị}
/AXLAB,Y, Ứng suất pháp σ , N/mm² {Chú giải trục Y đồ thị}
PLPA,SV1,SV2,SV3,SV4 {Vẽ đồ thị gồm các tham số SV1,SV2,SV3,SV4}
/AXLAB,Y, Ứng suất hướng kính σ N/mm²
PLPA,SX1,SX2,SX3,SX4 {Vẽ đồ thị với các U_S hướng kính SX1, SX2, SX3, SX4}
/AXLAB,Y, Ứng suất tiếp
PLPA,SZ1,SZ2,SZ3,SZ4 {Vẽ đồ thị với các ứng suất tiếp SZ1, SZ2, SZ3, SZ4}
/AXLAB,Y, Chuyển vị theo hướng kính, mm
PLPA,UX1,UX2,UX3,UX4 {Vẽ đồ thị theo chuyển vị}
FINI
/EXIT {Thoát}

Bài toán dùng mô hình bài toán đối xứng trục, phần tử là phần tử 2D, nên dùng kiểu PLANE42.

Trong lệnh ET,1,42,...,1: Số 1 trong phần chọn khoá là chỉ bài toán đối xứng trục.

BKIN là khai vật liệu biến dạng dẻo, dạng mô hình vật liệu đàn - dẻo lý tưởng.
Nhập quan hệ US - BD không dùng TBPT, mà dùng TBDAT.

Bài này có thể viết mô hình và đặt tải theo cách sau:

```
/SHOW,ONG2,GRP
```

```
/PREP7
```

```
ET,1,42,,,1
```

```
TB,BKIN,1
```

```
MP,EX,1,2.1E5
```

```
TBDAT,,200,0
```

```
TBPLOT,BKIN,1
```

```
N,1,100
```

```
N,11,250
```

```
FILL
```

```
NPLOT,1
```

```
NGEN,10,20,1,11,1,,10
```

```
E,1,2,22,21
```

```
EGEN,10,1,-1
```

```
EGEN,9,20,-10
```

```
CPNGEN,1,UY,21,31,1
```

```
FINI
```

```
/SOLU
```

```
D,1,UY,,,11,1
```

```
/PBC,ALL,1
```

```
SFE,1,4,PRES,,50
```

```
SFE,11,4,PRES,,50
```

```
SFE,21,4,PRES,,50
```

```
SFE,31,4,PRES,,50
```

```
SFE,41,4,PRES,,50
```

```
SFE,51,4,PRES,,50
```

```
SFE,61,4,PRES,,50
```

```
SFE,71,4,PRES,,50
```

```
SFE,81,4,PRES,,50
```

```
SFE,1,4,PRES,,50
```

```
/PSF,PRES,,2
```

```
EPLLOT
```

```
SOLVE
```

SFE,1,4,PRES,,0
SFE,11,4,PRES,,0
SFE,21,4,PRES,,0
SFE,31,4,PRES,,0
SFE,41,4,PRES,,0
SFE,51,4,PRES,,0
SFE,61,4,PRES,,0
SFE,71,4,PRES,,0
SFE,81,4,PRES,,0
SFE,91,4,PRES,,0

/PSF,PRES,,2

EPL0T

S0LVE

SFE,1,4,PRES,,205
SFE,11,4,PRES,,205
SFE,21,4,PRES,,205
SFE,31,4,PRES,,205
SFE,41,4,PRES,,205
SFE,51,4,PRES,,205
SFE,61,4,PRES,,205
SFE,71,4,PRES,,205
SFE,81,4,PRES,,205
SFE,91,4,PRES,,205

/PSF,PRES,,2

EPL0T

S0LVE

SFE,1,4,PRES,,0
SFE,21,4,PRES,,0
SFE,21,4,PRES,,0
SFE,31,4,PRES,,0
SFE,41,4,PRES,,0
SFE,51,4,PRES,,0
SFE,61,4,PRES,,0
SFE,71,4,PRES,,0
SFE,81,4,PRES,,0
SFE,91,4,PRES,,0

/PSF,PRES,,2

EPLOT

SOLVE

FINI

/POST1

SET,1

LPAT,1,11

PDEF,SV1,S,EQV

PDEF,SX1,S,X

PDEF,SZ1,S,Z

PDEF,UX1,U,X

PLPA,SV1,SX1,SZ1,UX1

PLNS,S,EQV

PLNS,S,X

PLNS,S,Z

PLNS,U,X

SET,2

PDEF,SV2,S,EQV

PDEF,SX2,S,X

PDEF,SZ2,S,Z

PDEF,UX2,U,X

PLNS,S,EQV

SET,3

PDEF,SV3,S,EQV

PDEF,SX3,S,X

PDEF,SZ3,S,Z

PDEF,UX3,U,X

PLNS,S,EQV

PLNS,S,S

PLNS,S,Z

PLNS,U,X

SET,4

PDEF,SV4,S,EQV

PDEF,SX4,S,X

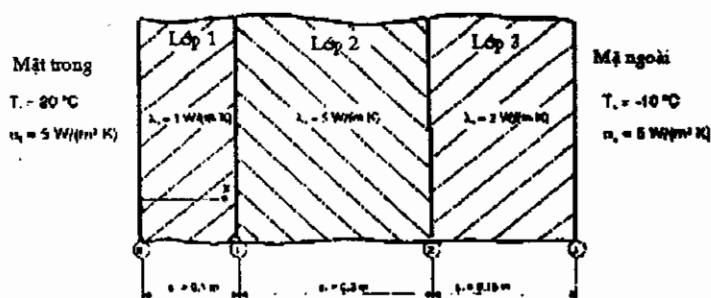
PDEF,SZ4,S,Z
PDEF,UX4,U,X

/GRID,1
/AXLAB,X,CHIEU DAY
/AXLAB,Y,UNG SUAT
PLPA,SV1,SV2,SV3,SV4
/AXLAB,Y,US HUONG KINH
PLPA,SX1,SX2,SX3,SX4
/AXLAB,Y,US TIEP
PLPA,SZ1,Z2,SZ3,SZ4
/AXLAB,Y,CHUYEN VI HUONG KINH
PLPA,UX1,UX2,UX2,UX4
FINI
/EXIT

BÀI TẬP 13. GIẢI BÀI TOÁN TRUYỀN NHIỆT

Cho bức tường 3 lớp, làm bằng vật liệu khác nhau. Chiều dày của các lớp $S_1 = 0,1$ m; $S_2 = 0,2$ m; $S_3 = 0,15$ m. Hệ số truyền nhiệt của các lớp là $\lambda_1 = 1$ W/(m.K); $\lambda_2 = 5$ W/(m.K); $\lambda_3 = 2$ W/(m.K); Lớp 1 tiếp xúc với môi trường có nhiệt độ $T_1 = 20^\circ\text{C}$ và có hệ số dẫn nhiệt $\alpha_1 = 5$ W/(m².K); Lớp 2 tiếp xúc với môi trường có nhiệt độ $T_2 = -10^\circ\text{C}$, hệ số $\alpha_2 = 5$ W/(m².K).

Tính nhiệt độ của các lớp. Tính tốc độ truyền nhiệt. Tính dòng nhiệt dT/dx



Hình 112. Truyền nhiệt qua các lớp

/SHOW,BT13,GRP
/FILENAM,BT13
/TITLE, BAI TOAN TRUYEN NHIET

/PREP7

ET,1,55

MP,KXX,1,1 {Hệ số truyền nhiệt λ }

MP,KXX,2,5

MP,KXX,3,2

K,1

K,2,0.1

K,3,0.3

K,4,0.45

KGEN,2,1,4,1,,0.2

A,1,2,6,5

*REP,3,1,1,1,1

ESIZE,,5

ESHAPE,2

AMESH,1 {Tạo lưới cho lớp 1}

MAT,2 {Vật liệu 2}

AMESH,2 {Tạo lưới vật liệu 2}

MAT,3 {Vật liệu 3}

AMESH,3 {Tạo lưới vật liệu 3}

NPLOT,1 {Vẽ nút}

FINI {kết thúc}

/SOLU {Giải}

NSEL,S,LOC,X {Chọn nút, theo X}

SF,ALL,CONV,5,20 {Đặt tải bề mặt theo nút chọn, bức xạ nhiệt, $\alpha = 5$; $T = 20^\circ\text{C}$ }

/PSF,CONV,NORM,2 {Vẽ lực bề mặt, dòng nhiệt vuông góc}

NPLOT {Vẽ nút}

NSEL,S,LOC,X,0.45 {Chọn nút theo $X = 0.45$ m}

SF,ALL,CONV,5,-10 {Đặt tải, nhiệt bức xạ, $\alpha = 5$, $T = -10^\circ\text{C}$ }

NPLOT {Vẽ nút}

VSEL,ALL {Chọn thể tích}

ASEL,ALL {Chọn diện tích}

LSEL,ALL {Chọn đường}

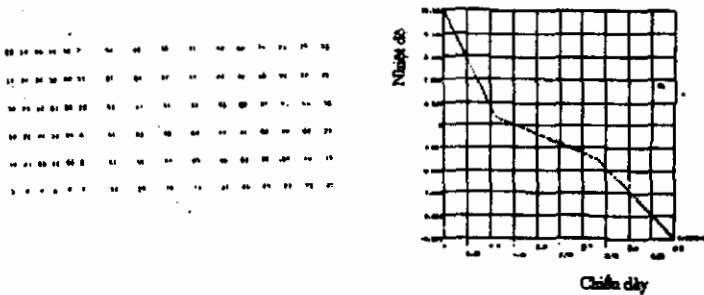
KSEL,ALL {Chọn điểm}

ESEL,ALL {Chọn phần tử}

NSEL,ALL {Chọn nút}

SOLVE {Giải}

FINI {Kết thúc}
 /POST1 {Hậu xử lý}
 PLNSOL,TEMP {Vẽ đồ thị lời giải phân bố nhiệt độ theo chiều dày}
 PRNSOL,TEMP {Cho lời giải theo nhiệt độ nút}
 PLNSOL,TF,X {Vẽ đồ thị lời giải theo nút, dòng nhiệt theo X}

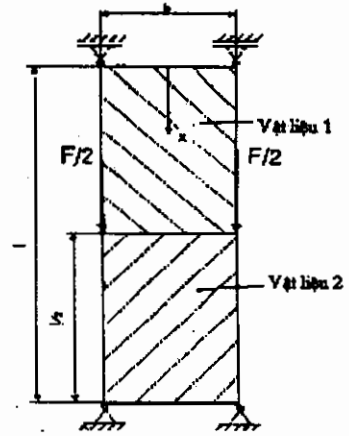


Hình 113. Chia phần tử (a) và đường phân bố nhiệt độ (b)

PLNSOL,TG,X {Vẽ đồ thị lời giải theo nút, tốc độ truyền nhiệt theo X}
 LPATH,1,67 {Cho đường dẫn từ số 1 đến 67}
 PDEF,T,TEMP {Định nghĩa lời giải}
 /GRID,1 {Đồ thị kẻ lưới}
 /AXLAB,X, Chiều dày, m {Chú giải trục X, chiều dày}
 /AXLAB,Y, Nhiệt độ, °C {Chú giải trục Y, nhiệt độ}
 PLPA,T {Cho đường dẫn}
 PDEF,TGX,TG,X {Định nghĩa lời giải dòng nhiệt theo X}
 /AXLAB,Y,GRADIEN nhiệt
 PLPA,TGX {Vẽ theo đường dẫn dòng nhiệt}
 PDEF,TFX,TF,X {Định nghĩa tốc độ dòng nhiệt theo X}
 /AXLAB,Y, Tốc độ dòng nhiệt
 PLPA,TFX {Vẽ tốc độ dòng nhiệt theo đường dẫn}
 FINI {Kết thúc}
 /EXIT {Thoát}

BÀI TẬP 14 GIẢI BÀI TOÁN ĐÀN NHỚT

Cho kết cấu gồm 2 vật liệu, có chiều dài $l = 100 \text{ mm}$, rộng $b = 10 \text{ mm}$; diện tích $A = 10 \text{ mm}^2$; Vật liệu chịu lực $F = 100 \text{ N}$.



Hình 114. Mô hình chi tiết dầm

Vật liệu 1:

Mô đun nén

$$K_1(t) = K_1(\infty) + (K_1(0) - K_1(\infty)) \cdot [C_1^K \cdot \exp(-t/\lambda_1^K) + C_2^K \cdot \exp(-t/\lambda_2^K)]$$

Trong đó:

$$K_1(t=0) = 3,55 \times 10^3 \text{ N/mm}^2$$

$$K_1(t \rightarrow \infty) = 0,62 \times 10^3 \text{ N/mm}^2$$

$$C_1^K = 0,63$$

$$C_2^K = 0,37$$

$$\lambda_1^K = 1000h$$

$$\lambda_2^K = 100 \text{ h}$$

Mô đun G :

$$G_1(t) = G_1(\infty) + (G_1(0) - G_1(\infty)) \cdot [C_1^G \cdot \exp(-t/\lambda_1^G) + C_2^G \cdot \exp(-t/\lambda_2^G)]$$

Trong đó:

$$G_1(t=0) = 1,33 \times 10^3 \text{ N/mm}^2$$

$$G_1(t \rightarrow \infty) = 0,62 \times 10^3 \text{ N/mm}^2$$

$$C_1^G = 0,6$$

$$C_2^G = 0,4$$

$$\lambda_1^G = 1000 \text{ h}$$

$$\lambda_2^G = 100 \text{ h}$$

Vật liệu 2:

Mô đun nén

$$K_2(t) = K_2(\infty) + (K_2(0) - K_2(\infty)) \cdot [C_3^K \cdot \exp(-t/\lambda_3^K) + C_4^K \cdot \exp(-t/\lambda_4^K)]$$

Trong đó:

$$K_2(t=0) = 5 \cdot 10^3 \text{ N/mm}^2$$

$$K_2(t \rightarrow \infty) = 4 \cdot 10^3 \text{ N/mm}^2$$

$$C^K_3 = 0,6$$

$$C^K_4 = 0,4$$

$$\lambda^K_3 = 1000 \text{ h}$$

$$\lambda^K_4 = 100 \text{ h}$$

Môđun G :

$$G_2(t) = G_2(\infty) + (G_2(0) - G_2(\infty)) \cdot [C^G_3 \cdot \exp(-t/\lambda^G_3) + C^G_4 \cdot \exp(-t/\lambda^G_4)]$$

Trong đó:

$$G_2(t=0) = 1,87 \cdot 10^3 \text{ N/mm}^2$$

$$G_2(t=\infty) = 1,5 \cdot 10^3 \text{ N/mm}^2$$

$$C^G_3 = 0,6$$

$$C^G_4 = 0,4$$

$$\lambda^G_1 = 1000 \text{ h}$$

$$\lambda^G_2 = 100 \text{ h}$$

Tính biến dạng ?

Chương trình tính các giá trị ứng suất và biến dạng theo thời gian.

/TITLE,DAN NHOT

/PREP7

TOFFST,273 { đặt giá trị không cho nhiệt độ 273^oK }

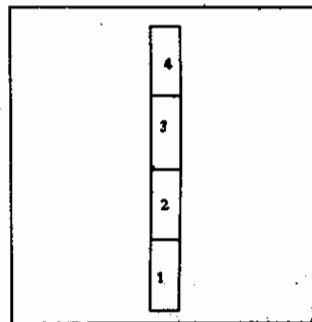
TREF,20 { Nhiệt độ môi trường tham chiếu 20^o }

ET,1,88 { Kiểu phần tử đàn nhớt }

TB,EVISC,1 { Bảng vật liệu đàn nhớt 1 }

TBDATA,46,1330,620,3550,1650 { Số liệu của VL 1 }

TBDATA,50,2,0,6,0,4



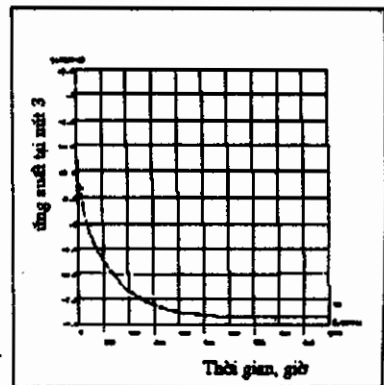
Hình 115. Mô hình phần tử FE

TBADATA,61,1000,100
 TBADATA,71,2
 TBADATA,76,0.6,0.4
 TBADATA,86,1000,100
 TB,EVISC,2 {Bảng vật liệu 2}
 TBADATA, 46,1875,1500,5000,4000 {Số liệu vật liệu 2}
 TBADATA,50,2,0.6,0.4
 TBADATA,61,1000,100
 TBADATA,76,0.6,0.4
 TBADATA,86,1000,100
 MP,NUXY,1,0.33 {Hệ số Poisson của vật liệu 1}
 MP,NUXY,2,0.33 {Hệ số Poisson của vật liệu 2}
 N,1
 N,5,,100
 FILL
 /PNUM,NODE,1
 NPLOT
 N,6,10
 N,10,10,100
 FILL
 MAT,1
 TYPE,1
 E,1,6,7,2
 E,2,7,8,3
 MAT,2
 TYPE,2
 E,3,8,9,4
 E,4,9,10,5
 /PNUM,ELEM,1
 EPLOT
 FINI
 /SOLU
 OUTPR,BASIC,ALL {In các Item cơ sở với tất cả tần xuất, cho mọi ứng dụng}
 OUTRES,ALL,ALL {Lưu tất cả dữ liệu vào FILE dữ liệu}
 D,1,UX,,,,UY {Điều kiện biên}
 D,6,UX,,,,UY

```

D,5,UY
D,10,UY
NSUBST,1 {Định bài toán tính theo thời gian}
TIME,1E-3 {Thời gian tác dụng lực t = 0,003 s}
F,3,FY,-50
F,8,FY,-50
SOLVE
NSUBST,10
TIME,1 {Thời gian tính 1 s}
SOLVE
NSUBST,9
TIME,10 {Thời gian tính 10 s}
SOLVE
NSUBST,5
TIME,1000 {Thời gian tính 1000s}
SOLVE
TIME,5000 {Thời gian tính 5000s}
SOLVE
TIME,10000 {Thời gian tính 10000 s}
SOLVE
FINI
/POST26 {Giải theo thời gian}
NSOL,2,3,U,Y,UY
PRVAR,2
/GRID,1
/AXLAB,X,Thời gian (h)
/AXLAB,Y,Chuyển vị từ nút 3
PLVAR,2
ESOL,3,2,,S,Y,SY2
PRVAR,3
/AXLAB,Y,Ứng suất SY phần tử 2
PLVAR,3
ESOL,4,3,,S,Y3
PRVAR,4
/AXLAB,Y,Ứng suất SY phần tử 3
PLVAR,4

```

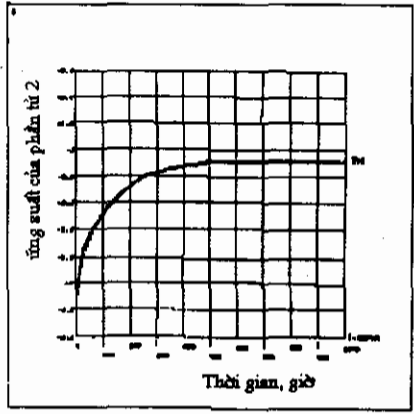


Hình 116. Ứng suất SY tại nút 3

```

FINI
/POST1
SET,,,,,1E-3
LPAT,1,5
PDEF,UY1,U,Y
SET,,,,,100
PDEF,UY2,U,Y
SET,,,,,1000
PDEF,UY3,U,Y
SET,,,,,10000
PDEF,UY4,U,Y
/GRID,1
/AXLAB,X,
/AXLAB,Y,
PLPA,UY1,UY2,UY3,UY
FINI
/EXIT

```



Hình 117. Biến đổi ứng suất của phần tử 2

Bài tập giải trường hợp xác định độ bền lâu của kết cấu - Tính toán ứng suất và biến dạng dãn.

BÀI TẬP 15. VẬT LIỆU COMPOZIT

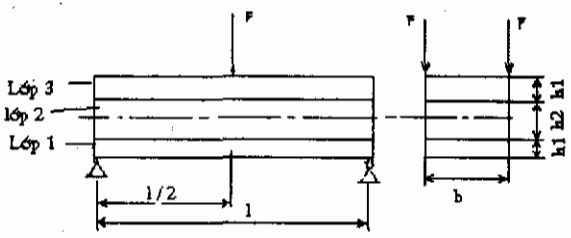
Cho một dầm đơn có kích thước: dài 100 mm rộng 10 mm, làm bằng 3 lớp vật liệu khác nhau. Lớp 1 và 3 có chiều dày 2 mm; lớp 2 có chiều dày 4 mm.

Lớp 1 và 3 được làm bằng vật liệu $E_1 = 0.7 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2$ và $\nu_1 = 0.33$;

Lớp 2 làm bằng vật liệu $E_2 = 3.5 \cdot 10^3 \text{ N/mm}^2$, $\nu_2 = 0.33$.

Dầm chịu tác dụng 1 tải tập trung tại điểm giữa, $F = 1000 \text{ N}$.

Tính phân bố ứng suất và biến dạng trên dầm composit?

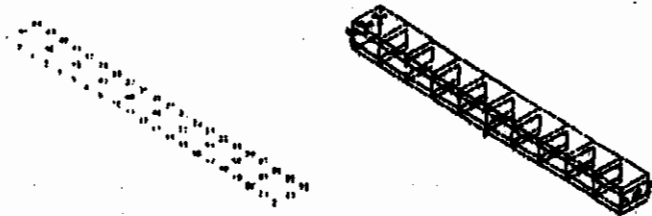


Hình 118. Sơ đồ dầm làm bằng vật liệu COMPOZIT

```

/TITLE,VL COMPOZIT
/SHOW,COMPO,GRP
/PREP7
ET,1,99,,,,,2,,,1 {Phần tử tấm lớp, 8 nút}
R,1,3 {Đặc trưng vật liệu có 3 lớp}
RMORE
RMORE,1,0,2,2,0,4 {Khai chiều cao lớp 1 và 2}
RMORE,1,0,2 {Chiều cao lớp 3}
MP,EX,1,0.7E5 {Môđun vật liệu 1}
MP,NUXY,1,0,3 {HS Poisson VL1}
MP,EX,2,3.55E3 {Môđun E VL2}
MP,NUXY,2,0,33 {HS Poisson VL2}
WPROTA,,-90 {Quay mặt phẳng làm việc -90°}
RECTING,0,100,0,10 {Vẽ mô hình hình học dài rộng dầm}
/VIEW,,1,1,1 {Quay để nhìn hình theo 3 chiều}
APLOT {Vẽ diện tích}
ESIZE,10 {Cho kích thước phần tử 10 mm}
AMESH,1 {Tạo lưới diện tích}
LAYPLOT,1 {Vẽ theo lớp}
NPLOT,1 {Vẽ nút}
FINI {Kết thúc}

```



Hình 119. Nút và phần tử lớp

```

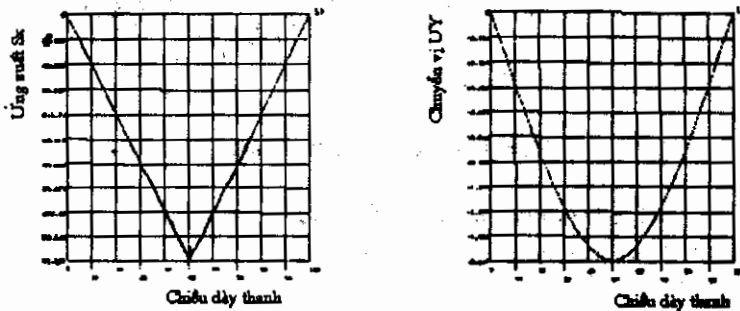
/SOLU {Giải}
D,1,UX,,,,,UY,UZ {Liên kết cứng 3 chiều tại nút 1}
D,44,UX,,,,,UY,UZ
D,24,UX,,,,,UY,UZ

```

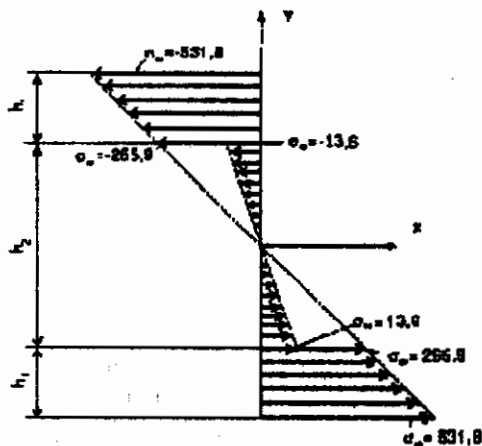
```

D,2,UY,,,,,UZ      {Liên kết cứng 2 chiều tại nút 2 }
D,23,UY,,,,,UZ
D,22,UY,,,,,UZ
F,12,FY,-1000      {Đặt tải FY}
F,34,FY,-1000
/ESHAPE,1
EPLLOT              {Vẽ phần tử }
SOLVE               {Giải}
FINI                {Kết thúc}
/POST1              {Hậu xử lý}
ETABLE,MX,SMISC,4  {Thiết lập kết quả kiểu bảng }
ETABLE,ILSXZ-1B,SMISC,9
ETABLE,ILSXZ-1T,SMISC,11
ETABLE,ILSXZ-2B,SMISC,11
ETABLE,ILSXZ-2T,SMISC,13
ETABLE,ILSXZ-3B,SMISC,13
ETABLE,ILSXZ-3T,SMISC,15
SET
PLNSOL,U,Y { Giải theo nút, tính chuyển vị theo trục Y }
LAYER 1 {Tính cho lớp 1}
SET
BOT                {Tại đáy}
PLNSOL,S,X         {Tính theo nút, ứng suất , theo X}
PLNSOL,S,XZ {Tính theo nút, ứng suất cắt XZ}
TOP {Tại mặt trên}

```



Hình 120. Ứng suất S_x và chuyển vị U_Y của dầm



Hình 121. Phân bố ứng suất trên mặt cắt giữa dầm

PLNSOL,S,X {Tính theo nút, ứng suất, theo X}

PLNSOL,S,XZ {Tính theo nút, ứng suất cắt XZ}

LAYER 2 {Tính cho lớp 2}

SET

BOT {Tại đáy}

PLNSOL,S,X {Tính theo nút, ứng suất, theo X}

PLNSOL,S,XZ {Tính theo nút, ứng suất cắt XZ}

TOP {Tại mặt trên}

PLNSOL,S,X {Tính theo nút, ứng suất, theo X}

PLNSOL,S,XZ {Tính theo nút, ứng suất cắt XZ}

LAYER 3 {Tính cho lớp 3}

SET

BOT {Tại đáy}

PLNSOL,S,X {Tính theo nút, ứng suất, theo X}

PLNSOL,S,XZ {Tính theo nút, ứng suất cắt XZ}

TOP {Tại mặt trên}

PLNSOL,S,X {Tính theo nút, ứng suất, theo X}

PLNSOL,S,XZ {Tính theo nút, ứng suất cắt XZ}

/VIEW

LPATH,1,2 {Xác định đường dẫn}

PDEF,SX,S,X {Định nghĩa ứng suất}

PDEF,UY,U,Y {Định nghĩa Biến dạng}


```

/GRID,1      {Vẽ đồ thị có lưới}
/AXLAB,X,CHIEU DAI  {Tên trục X}
/AXLAB,Y,UNG SUAT CAT SX {Tên trục Y}
PLPA,SX      {Vẽ đồ thị ứng suất}
/AXLAB,Y,CHUYEN VI UY {Tên trục Y}
PLPA,UY      {Vẽ đồ thị chuyển vị}
FINI        {Kết thúc}
/EXIT

```

Bài tập dùng phần tử lớp với biến dạng phẳng.

Khi giải có sử dụng các giả thiết về biến dạng của lớp. Nhập đặc trưng vật liệu theo từng lớp, khi đặt liên kết chỉ cần đặt tại 1 lớp dưới.

Số liệu có thể đưa ra dạng bảng, đồng thời đưa ra đồ thị, tính cho từng lớp.

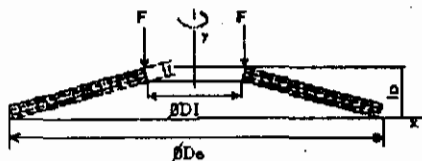
BÀI TẬP 16. TÍNH Lò XO ĐĨA

Cho lò xo dạng đĩa vênh, đường kính ngoài $D_e = 198$ mm, đường kính trong $D_i = 141$ mm, Chiều cao $h = 8.15$ mm; làm bằng tấm dày 2 mm. Vật liệu có mô đun đàn hồi $E = 2.06 \cdot 10^5$ N/mm², hệ số Poisson $\nu = 0.3$

Tính ứng suất và biến dạng.

Trong bài tập này đưa thêm một kiểu lập trình: xây dựng các chương trình con. Trong đó, các công thức tính toán mới được sử dụng. Trước khi đưa công thức cần cho định nghĩa các tham số.

Trong chương trình chính, chỉ cần đưa tham số, chương trình con sẽ xác định trị số và sẽ tính toán và cho kết quả.



Hình 122. Lò xo đĩa

```

/TITLE,LOXO  ! {Chương trình con xác định các tham số chi tiết}
EX=2.06E5    ! {Các dữ liệu cho chương trình}
NU=0.3
DE=198
DI=141
T=2

```

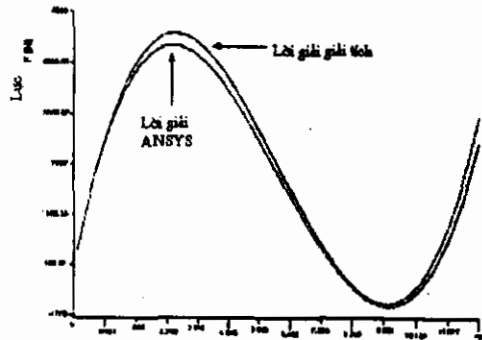


```

/SHOW,LOXO,GRP
/PREP7
ET,1,42,,,1
MP,EX,1,EX
MP,NUXY,1,NU
K,1,(DE/2)-Y
K,2,DE/2,X
K,3,(DI/2)+Y,LO
K,4,DI/2,LO-X
A,1,2,3,4
LESI,1,,,3
LESI,2,,,15
ESHA,2
AMES,1
KPLOT
APLOT
FINI
/SOLU
NLGEO,ON
PRED,ON
AUTO,ON
DK,1,UY
DK,3,UY,-U
NSEL,S,LOC,Y,LO
*GET,NN,NODE,O,NUM,MIN
ALLS
NSUB,100,1000,30
OUTRES,ALL,AL
SOLVE
FINI

/POST26
/XRAN,0,12
/YRAN,-1000,6000
/AXLA,X,BIENDANG (mm)
/AXLA,Y,LUC F (N)

```



Hình 123. Quan hệ biến dạng và lực lò xo

```

NSOL,2,NN,U,Y
RFOR,3,NN,F,Y
ABS,2,2
ADD,3,3,,,,,-1
XVAR,2
PLVA,3
/NOER
*VPLO,S(1),F(1)
FINI
/EXIT

```

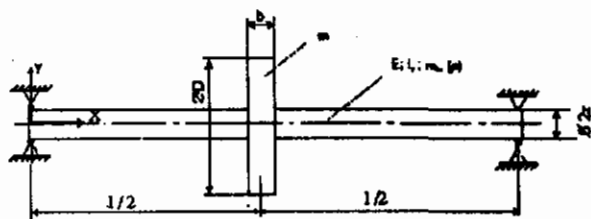
Trong chương trình có các lệnh ở phía trước có dấu *, đó là các lệnh thực hiện phép toán MACRO.

BÀI TẬP 17. GIẢI BÀI TOÁN DAO ĐỘNG CỦA HỆ TRỤC

Cho một trục có bán kính $r = 20$ mm, dài $l = 1000$ mm, môđun đàn hồi $E = 2,1 \cdot 10^5$ N/mm², khối lượng riêng $\rho = 7,85 \cdot 10^{-6}$ kg/mm³.

Trên trục lắp một bánh răng có đường kính $D = 400$ mm, chiều rộng $b = 60$ mm, khối lượng 60 kg.

Sử dụng phương pháp phân tích MODAL tính toán giao động của trục.



Hình 124. Trục và bánh răng

```

/SHOW, DAODONG,GRP
/TITLE,Dao động của trục có bánh răng
/PREP7
ET,1,3
ET,2,21
R,1,1256,12.56E4,40
R,2,,60E-3,,,,,618
MP,EX,1,2.1E5

```

```
MP,DENS,1,7.85E-9
N,1
N,21,1000
FILL
/PBC,U,,1
NPLLOT,1
REAL,1
TYPE,1
E,1,2
EGEN,20,1,-1
REAL,2
TYPE,2
EN,22,11
FINI
/SOLU
ANTYPE,MODAL
MODOPT,REDUC
D,1,UX,,,,,UY
D,21,UY
M,2,UY,20
MXPAND,5
SOLVE
FINI
/POST1
SET,LIST
SET,1,1
PLDISP,1
SET,1,2
PLDISP,1
SET,1,3
PLDISP,1
SET,1,4
PLDISP,1
SET,1,5
PLDISP,1
FINI
/EXIT
```

Các chỉ số dữ liệu trong FILE kết quả

SET	Thời gian/Tần số	Nạp STEP	STEP con	CUMULATIVE
1	22,247	1	1	1
2	113,89	1	1	2
3	516,81	1	1	3
4	562,14	4	4	4
5	1641,9	1	5	5



Hình 125. Biểu đồ dao động

CÁC BÀI TẬP NÂNG CAO

Các bài dưới đây dùng để học nâng cao trình độ. Khi tự học cần tiến hành như sau:

Vào từng lệnh và hiểu ý nghĩa từng lệnh,

Các lệnh không hiểu sử dụng trợ giúp HELP để xem giải thích,

Có thể bổ sung các lệnh phụ trợ để quan sát các kết quả tính toán,

Có thể tập làm theo các mô hình tự làm ra.

BÀI TẬP 18

/BATCH,LIST

/FILENAME,wb1

/PREP7

/TTITLE, WB Problem No. 1

ET,1,LINK1

R,1,,5

MP,EX,1,30.E6

MP,NUXY,1,,3

N,1,6

N,2,18

N,3,,8
N,4,12,8
N,5,24,8
NLIST,ALL
E,1,2
E,1,3
E,1,4
E,2,4
E,2,5
E,3,4
E,4,5
ELIST,ALL
FINISH
/SOLUTION
ANTYPE,STATIC
D,5,ALL,0.0
D,2,UY,0.0
F,4,FY,-1000
F,3,FY,-2000
OUTPR,BASIC,1
OUTPR,NLOAD,1
SOLVE
FINISH
/POST1
PLDISP,1
ETABLE,AXIAL,LS,1
ETABLE,MEMFOR,SMISC,1
PRETAB,AXIAL,MEMFOR
PRRSOL,F
FINISH
/EXIT

BÀI TẬP 19

/BATCH,LIST
/FILNAM,wb2
/TITLE,WB Problem No. 2
/PREP7
ET,1,CONTAC49,,0,2
ET,2,BEAM4,,,,,,,,

ET,3,SHELL63,,,,,
KEYOPT,1,7,1
R,1,10.
R,2,.01,.69444,.34641,2.8867
R,3,.34641
MP,EX,1,1.E6
MP,NUXY,1,-.5
MP,MU,1,.25
N,1
N,6,80.
FILL,1,6
NGEN,2,16,1,6,1,,,2.8867
N,11,40,20,(2.8867/2)
N,12,65,20,(2.8867/2)
N,16,120,20,(2.8867/2)
FILL,12,16
TYPE,3
REAL,3
E,1,17,18,2
*REPEAT,5,1,1,1,1
TYPE,2
REAL,2
E,11,12
*REPEAT,5,1,1
TYPE,1
REAL,1
E,3,19,20,4,11
*REPEAT,3,1,1,1,1
ELIST
ELIST,ALL
FINISH
/SOLU
ANTYP,0
STAT
D,1,ALL,0,,17,16
D,16,ALL,0
D,12,UY,-40
NLGEOM,ON
TIME,160

DELTIM,5,1,10
AUTOTS,ON
NEQIT,50
OUTRES,ALL,1
SOLVE
FINISH
/POST1
SET,1,1
PRDI
SET,1,5
PRDI
SET,1,10
PRDI
SET,1,20
PRDI
SET,LAST
PRDI
FINISH
/POST26
NSOL,2,12,U,Y,IMPDISP
NSOL,3,22,U,Y,FREEBOT
NSOL,4,11,U,Y,FREETOP
PRVAR,2,3,4
FINISH
/EXIT

BÀI TẬP 20

/BATCH,LIST
/FILNAM,wb3
/PREP7
/TITLE,WB Problem No. 3
ET,1,BEAM4
ET,2,COMBIN7
R,1,.063,5.25E-3,2.08373E-5,.063,1.00
R,2,10.E6,10.E6,10.E6,0.0,0.0,0.0
RMORE,1.5528E-4
MP,EX,1,10E6
MP,EX,2,10E6
MP,NUXY,1,..3

MP,NUXY,2,,3
MP,DENS,1,2.58799E-4
MP,DENS,2,2.58799E-4
MP,DAMP,1,.000139
MP,DAMP,2,.000278
N,1
N,2,2.5
LOCAL,11,1,2.5,,,66.024239273
N,3
N,4,2.5
N,5,5.5
N,6,8.5
N,7,11.0
LOCAL,12,1,10,,,106.7914471
N,8,10.5
N,9,8.0
N,10,5.25
N,11,2.5
N,12
NLIST,ALL
E,1,2
E,3,4
EGEN,4,1,-1
MAT,2
E,8,9
EGEN,4,1,-1
TYPE,2
REAL,2
E,2,3
E,7,8
CSYS,0
FINISH
/SOLVE
ANTYPE,TRANS
NLGEOM,ON
NROPT,FULL
D,1,UX,,,12,11,UY
D,1,ROTZ,-.041888
D,ALL,UZ
ACEL,209.4,324.7
ELIST,ALL

```
TIME,.001
OUTPR,BASIC,LAST
OUTRES,,ALL
CNVTOL,F,1,0.001
CNVTOL,M,1,0.001
TIMINT,OFF
NSUBSTEP,1
NEQIT,1
SOLVE
TIMINT,ON
NEQIT,30
TIME,0.6
NSUBSTEP,599
D,1,ROTZ,-25.132
SOLVE
FINI
/POST26
NUMVAR,8
RFORCE,2,1,M,Z,TORQ
NSOL,3,2,U,X,2_UX
NSOL,4,2,U,Y,2_UY
NSOL,5,7,U,X,7_UX
NSOL,6,7,U,Y,7_UY
DERIV,7,3,1,,2_VELX
DERIV,8,4,1,,2_VELY
PRVAR,3,4
PRVAR,5,6
PRVAR,2
PRVAR,3,7
PRVAR,4,8
XVAR,3
PRVAR,4
FINI
/EXIT
```

BÀI TẬP 21

```
/BATCH,LIST
/FILNAM,wb4
/TITLE,WB Problem No. 4
/PREP7
ET,1,53,,,1
```

MP,MURX,1,1
MP,MURX,2,1
MP,MURX,3,1
K,1,0,0
K,2,.03,0
K,3,.03,.08
K,4,0,.08
K,5,.04,0
K,6,.04,.08
K,7,.15,0
K,8,.15,.15
K,9,0,.15
KLIST,ALL
A,1,2,3,4
A,2,5,6,3
A,5,7,8,6
A,4,3,6,8,9
ALIST,ALL
ESIZE,.01
LCCAT,3,7
ESHAP,2
MAT,3
AMESH,1
MAT,2
AMESH,2
MAT,1
ESIZ,.015
AMESH,3
AMESH,4
ELIST,ALL
NSEL,S,LOC,Y
ESLN
ESEL,R,MAT,,3
EMODIF,ALL
NSEL,ALL
ESEL,ALL
ELIST,ALL
FINISH
/SOLUTION

```
NSEL,S,LOC,X,0
D,ALL,AZ,0
NSEL,S,LOC,X,.15
D,ALL,AZ,0
NSEL,S,LOC,Y,.15
D,ALL,AZ,0
NSEL,ALL
ESEL,S,MAT,,2
BFE,ALL,JS,3,1E6
BFELIST,ALL
ESEL,ALL
SAVE
SOLVE
FINISH
/POST1
SET,1
/EDGE,,1
ESEL,S,MAT,,3
PRNSOL,B,COMP
ESEL,S,MAT,,1,2
PLNSOL,B,COMP
ESEL,ALL
/EDGE
PRVECT,B
FINISH
/PREP7
MP,MURX,3,1400
FINISH
/SOLUTION
ESEL,S,MAT,,3
NSLE
BF,ALL,MVDI,1
NSEL,INVE
BF,ALL,MVDI,0
NSEL,ALL
ESEL,ALL
SOLVE
FINISH
/POST1
```

SET,1
ETABLE,FX,NMIS,3
ETABLE,FY,NMIS,4
PRVECT,FX.FY.,FVW
SSUM
FINISH
/EXIT

BÀI TẬP 22

/BATCH,LIST
/FILENAME,wb6
/TITLE,WB Problem No. 6
/PREP7
DI=1.
DI2=2*DI
ET,1,45
CSYS,1
K,,0.5
K,,0.5,180
L,1,2
CSYS,0
K,,1
K,,1,1
K,,-1,1
K,,-1
L,1,3
L,3,4
L,4,5
L,5,6
L,6,2
AL,ALL
*AFUN,DEG
K,,-1/TAN(15)
KLIST,ALL
L,5,7
L,7,6
AL,5,7,8
K
K,,,,3

L,8,9
VDRAG,1,2,,,,,9
VLIST,ALL
ALIST,ALL
ASEL,S,,,5,7
ACCAT,ALL
ASEL,ALL
LSEL,S,,,15,19,2
LCCAT,ALL
LSEL,S,,,3,5
LCCAT,ALL
LSEL,ALL
ESHAPE,2
ESIZE,0.25
LESIZE,11,,,DI2
LESIZE,12,,,DI2
LESIZE,14,,,DI2
LESIZE,16,,,DI2
LESIZE,18,,,DI2
LESIZE,20,,,DI2
LESIZE,23,,,DI2
VMESH,1
VMESH,2
ELIST,ALL
CYLIND,0.45,,0,6,0,90
CYLIND,0.45,,0,6,90,180
VLIST,3,4
NUMMRG,KPOI
ALIST,ALL
LESIZE,9,,,DI
LESIZE,33,,,DI
LESIZE,34,,,DI
LESIZE,42,,,DI
ESIZE,0.1
VMESH,3
VMESH,4
ELIST,ALL
ELEM
STAT

NODE
STAT
VOLU
STAT
FINI
/EXIT

BÀI TẬP 23

/BATCH,LIST
/FILNAM,wb7
/TITLE,WB Problem No. 7
RBASE = 0.45
L1 = 1.8
L2 = 1.1
HEIGHT = 9
RATIO1 = .28
RATIO2 = .67
*STAT
/PREP7
K,1,0,0
K,2,0,HEIGHT
L,1,2
LWPLAN,0,1,0
PCIRC,RBASE
LLIST,ALL
LWPLAN,,1,RATIO1
WPROTA,-45
RECTNG,L1/2,-L1/2,L1/2,-L1/2
LWPLAN,,1,RATIO2
WPROTA,-45
RECTNG,L2/2,-L2/2,L2/2,-L2/2
ADELE,ALL
LLIST,ALL
LWPLAN,,1,1
CSWPLA,11,1
*CREATE,CLOVER
*AFUN,DEG
*DO,THETA,0,337.5,22.5
SINEWAVE = ARG2*SIN(4*THETA+270)


```
RVAL = ARG1+SINEWAVE
K,,RVAL,THETA
*ENDDO
*END
KLIST
*USE,CLOVER,,9,.225
KSEL,S,,,15,50
KLIST,ALL
CSYS,0
BSPLIN,15,16,17,18,19,
BSPLIN,19,20,21,22,23,
BSPLIN,23,24,25,26,27
BSPLIN,27,28,29,30,15
LLIST,ALL
ASKIN,2,8,12,14
ASKIN,3,9,13,15
ASKIN,4,6,10,16
ASKIN,5,7,11,17
ALIST,ALL
LLIST,ALL
LESIZE,19,,,20,.1
LESIZE,18,,,20,.1
LESIZE,2,,,10,-5
LESIZE,14,,,10,-5
ET,1,63
R,1,.1
ESHAPE,2
AMESH,1
ELIST,ALL
FINI
/EXIT
```

BÀI TẬP 24

```
/BATCH,LIST
/FILNAM,wb8
/TITLE, WB Problem No. 8
/PREP7
RECTANG,0,6,-1,1
RECTANG,4,6,-1,-3
```

ALIST,ALL
PCIRCLE,0,1,90,270
ALIST,ALL
WPAVE,5,-3
PCIRCLE,0,1,-180,0
ALIST,ALL
AADD,ALL
LFILLT,17,24,.4
LLIST,ALL
AL,1,2,3
AADD,ALL
PCIRCLE,.4
WPAVE,0,0,0
PCIRCLE,0.4
ALIST,ALL
ASBA,2,1
ASBA,4,3
ET,1,PLANE82,,,3
R,1,.5
MP,EX,1,3E7
MP,NUXY,1,.27
ESIZE,.5
AMESH,ALL
NLIST,ALL
ELIST,ALL
SAVE
FINISH
/SOLUTION
DK,16,ALL,,,1
DK,11,ALL,,,1
DK,14,ALL,,,1
DK,15,ALL,,,1
DKLIST
LLIST,ALL
SFL,4,PRES,50,500
SFL,5,PRES,50,500
SFLLIST,ALL
SFL,5,PRES,500,50
SFLLIST,ALL

SAVE
SOLVE
FINI
/POST1
SET,1
PRDISP
PRNSOL,S,COMP
PRRSOL
PRRSOL,FY
FINISH
/EXIT

BÀI TẬP 25

/BATCH,LIST
/FILNAM,wb9
/TITLE,WB Problem No. 9
/PREP7
ET,1,55,1
MP,KXX,1,0.025
MP,DENS,1,.054
MP,C,1,,28
MPTEMP,1,0.2643,2750.2875
MPDATA,KXX,2,1,1.44,1.54,1.22,1.22
MPDATA,ENTH,2,1,0,128.1,163.8,174.2
MPLIST,2,,,KXX
MPLIST,2,,,ENTH
K,1
K,2,22
K,3,10,12
K,4,,12
A,1,2,3,4
RECTNG,4,22,4,8
ALIST,ALL
AOVLAP,1,2
ALIST,ALL
ADEL,4,,,1
ESIZE,1
MAT,2
AMESH,5

ESIZE,1.5
MAT,1
AMESH,3
ELIST,ALL
NLIST,ALL
FINISH
/SOLUTION
ANTYPE,TRANS
ESEL,MAT,2
NSLE,S
ELIST,ALL
D,ALL,TEMP,2875
NSEL,INVE
D,ALL,TEMP,80
ALLSEL,ALL
TIME,1E-3
NSUB,1
AUTOTS,ON
TIMINT,OFF
OUTRE,,1
OUTPR,,NONE
SOLVE
DDEL,ALL,TEMP
SFL,3,CONV,.014,.014,80,80
SFL,4,CONV,.014,.014,80,80
SFL,1,CONV,.014,.014,80,80
SFLLIST,ALL
TIME,3
AUTOTS,ON
TIMINT,ON
DELTIME,.1,.01,.25
KBC,1
SOLVE
FINISH
/POST26
NSOL,2,1,TEMP,,T1
NSOL,3,32,TEMP,,T32
NSOL,4,16,TEMP,,T16
PRVAR,2

PRVAR,3
PRVAR,4
FINISH
/EXIT

BÀI TẬP 26

/BATCH,LIST
/FILNAM,wb10
/TITLE,WB Problem No. 10
/PREP7
ET,1,43
R,1,12.7
MP,EX,1,3102.75
MP,NUXY,1,0.3
CSYS,1
K,1,2540,84.270422
K,2,2540,90
K,3,2540,90,254
K,4,2540,84.270422,254
KLIST,ALL
A,1,2,3,4
ESHAPE,2
ESIZE,,6
AMESH,ALL
FINISH
/SOLU
NSEL,S,LOC,Y, 90,90
DSYM,SYMM,Y,1
NSEL,S,LOC,Z, 254,254
DSYM,SYMM,Z,1
NSEL,S,LOC,Y, 84.270422
D,ALL,UX,,,,,UY,UZ
NSEL,ALL
SAVE
DK,3,UX,-2*2540*(1-COS(0.1))
NLGEOM,ON
AUTOTS,ON
TIME,1.0
DELTIM,.001,.0001,.05


```
RESUME
/SOLU
F,NODE(2540,90,254),FX,-1.0
PSTRES,ON
SOLVE
FINISH
/SOLU
ANTYPE,BUCKLE
BUCOPT,SUBSP
SOLVE
FINISH
/EXIT
```

BÀI TẬP 27

```
/BATCH,LIST
/FILNAM,wb11
/TITLE,WB Problem No. 11
/PREP7
ET,1,BEAM3
ET,2,PLANE42,,,3
ET,3,CONTAC48
KEYOPT,3,7,1
R,1,.,5,.,05,1
R,2,1
R,3,2000
MP,EX,1,1E6
MP,DENS,1,.,001
K,1,0,0
K,2,100,0
L,1,2
ESIZE,.,10
LMESH,1
ELIST,ALL
RECTANG,56,62,100,106
ESIZE,.,1
TYPE,2
REAL,2
AMESH,ALL
ELIST,ALL
```

```
TYPE,3
REAL,3
NSEL,S,LOC,Y,0
CM,TARGET,NODE
ESEL,S,TYPE,,2
NSLE
CM,CONTACT,NODE
NSEL,ALL
ESEL,ALL
GCGEN,CONTACT,TARGET
FINISH
/SOLUTION
ANTYP,TRANS
NLGEOM,ON
LUMPM,ON
KSEL,S,KP,,1,2
NSLK,S
D,ALL,ALL,0
NSEL,ALL
KSEL,ALL
ESEL,S,ENAME,,42
NSLE,S
D,ALL,ALL,0
NSEL,ALL
ESEL,ALL
ACEL,,386
TIME,,.0002
DELTIM,,.0001
KBC,1
BETAD,.000318
TIMINT,OFF
CNVTOL,F,,.00001
OUTRES,ALL,LAST
SOLVE
ESEL,S,ENAME,,42
NSLE,S
DDELE,ALL,ALL
NSEL,ALL
ESEL,ALL
```



```

TF=3.0
TIME,TF
DELTIM,.02,.0002,.02
AUTOTS,ON
TIMINT,ON
CNVTOL,F,,,1
PRED,ON
OUTRES,ALL,-50
SOLVE
FINISH
/POST26
NSOL,2,7,U,Y,MIDBEAM
NSOL,3,12,U,Y,NODEBOTL
NSOL,4,13,U,Y,NODEBOTR
NSOL,5,14,U,Y,NODETOPR
NSOL,6,15,U,Y,NODETOPL
PRVAR,2,3,4,5,6
*GET,BEAMTIME,VARI,2,EXTREM,TMAX
*STAT,BEAMTIME
RFOR,7,1,F,Y,RIGHTEND
RFOR,8,2,F,Y,LEFTEND
PRVAR,7,8
FINI
/POST1
SET,,,,BEAMTIME
ETABLE,MOMZI,SMISC,6
ETABLE,MOMZJ,SMISC,12
PRDI
ESEL,S,TYPE,,1
NSLE,S
PRETAB
FINI
/EXIT

```

BÀI TẬP 28

```

/BATCH,LIST
VEL = 227           ! VELOCITY (METERS PER SECOND)
NEX = 4            ! NUMBER OF ELEMS ALONG THE X-AXIS
NEY = 20          ! NUMBER OF ELEMS ALONG THE Y-AXIS

```

```

FCR = 0.0001      ! FORCE CONVERGENCE CRITERIA .0001 NEWTONS
LDCR = 0.0001    ! LARGE DISPLACEMENT CRITERIA .0001 METERS
EXX = 117E9      ! ELASTIC MODULUS IN PASCALS
ETAN = 0.1E9     ! TANGENT MODULUS
NU = 0.35        ! POISSONS RATIO
SIGY = 400E6     ! YIELD STRESS
DEN= 8930        ! MASS DENSITY IN KILOGRAMS PER CUBIC METER
RAD = 0.0032     ! CYLINDER RADIUS (OR 3.2 MILLIMETERS)
L = 0.0324       ! BULLET LENGTH (OR 32.4 MILLIMETERS)
DI = 0.0001      ! THIS IS THE DISTANCE THE COPPER
CVEL=3620        ! TIME STEP CALCULATION BASED ON THE SPEED
TE1=(L/NEY)/CVEL ! ELASTIC WAVE SQRT(EXX/DEN)
TE2=(RAD/NEX)/CVEL
*IF,TE1,GT,TE2,THEN
TEL=TE2
*ELSE
TEL=TE1
*ENDIF
NLS=NINT(1.40*(8.E-5/TEL))
/TITLE,WB Problem No. 12
/FILNAM,wb12
/PREP7
ET,1,106,,1
TB,BISO,1
TBDAT,,SIGY,ETAN
MP,EX,1,EXX
MP,NUXY,1,NU
MP,DENS,1,8930
K,1,0,DI
K,2,RAD,DI
K,3,RAD,(DI+L)
K,4,0,(DI+L)
L,1,2,NEX
L,3,4,NEX
L,1,4,NEY
L,2,3,NEY
A,1,2,3,4
AMESH,ALL
NSEL,S,LOC,Y,DI

```

NSEL,R,LOC,X,RAD
*GET,NBOT,NDMX
NSEL,S,LOC,X,0
NSEL,R,LOC,Y,L+DI
*GET,NTOP,NDMX
NSEL,ALL
NSEL,S,LOC,X,0
D,ALL,UX,0
NSEL,ALL
D,ALL,UZ,0
SAVE
FINISH
*GET,CPT1,ACTIVE,,TIME,CPU
/SOLUTION
NLGEOM,ON
TIMINT,OFF
T1=DI/227
TIME,T1
NSUBST,1
NSEL,S,LOC,Y,DI
D,ALL,UY,-DI
NSEL,ALL
SOLVE

AUTOTS,ON
TIMINT,ON
NEQIT,25
CNVTOL,U,,LDCR
CNVTOL,F,,FCR
CNVTOL,STAT
OUTPR,ALL,LAST
OUTRES,ALL,6
NSUBST,NLS
TIME,(T1+8E-5)
NSEL,S,LOC,Y,DI
D,ALL,UY,-DI
NSEL,ALL
SOLVE
FINISH

```
*GET,CPT2,ACTIVE,,TIME,CPU
CPTM = CPT2-CPT1
*GET,DYTP,NODE,NTOP,U,Y
LF=L+DI+DYTP
TRG1=LF/21.49E-3
*STATUS,TRG1
*GET,DXBT,UX,NBOT
RMA=RAD+DXBT
TRG2 = RMA/7.119E-3
*STATUS,TRG2
/POST1
SET,2,LAST
PRDISP
PRNSOL,EPTO,COMP
FINI
/POST26
NSOL,2,NTOP,U,Y
DERIV,3,2,1,,VELOCITY,,,1
PRVAR,3
FINI
/EXIT
```

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Dr. -Ing. Gunter Müller, Dipl. -Ing. Ingolf Rehfeld, Prof. Dr. -Ing. Willi Katheder: FEM für Praktiker Die Methode der Finiten Element mit dem FE - Program ANSYS Rev 5.0 Expert Verlag 1995.
2. G. W. Rowe, C. E. N Sturgess, P. Harley, I. Pillinger : Finite - Element and Metalforming Analysis. Cambridge University Press 1991.
3. Numerical Methods in Industrial Forming Processes Proceedings, 4th International Conference on Numerical Methods in Industrial Forming Processes NumiForm '92. Valbonne/France/ 14-18 September 1992.
4. George R. Buchanan : Theory and Problems of Finite Element Analysis Schum's outline series. McGraw - Hill, Inc.

HƯỚNG DẪN SỬ DỤNG ANSYS

Tác giả : Pgs. Ts. Đinh Bá Trụ

Chịu trách nhiệm xuất bản : Pgs. Pts. Tô Đăng Hải

Biên tập : Nguyễn Đăng, Ngọc Khuê

Trình bày : Nguyễn Quang

Vẽ bìa : Hương Lan

Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật
70 Trần Hưng Đạo, Hà nội