

SỬ DỤNG ANSYS GIẢI CÁC BÀI TOÁN KẾT CẤU

Chương 10

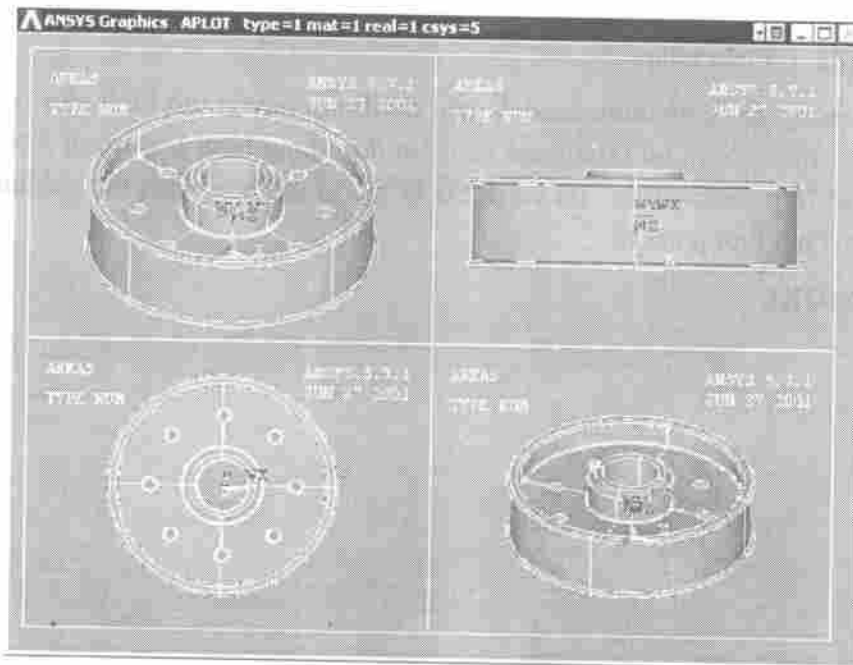
XÂY DỰNG MÔ HÌNH HÌNH HỌC

VÍ DỤ 10.1. XÂY DỰNG MÔ HÌNH HÌNH HỌC MỘT CÁI PULI TRONG ANSYS

Giới thiệu

Bài tập này giúp cho chúng ta làm quen với các lệnh xây dựng mô hình hình học cơ bản trong Ansys. Bài tập này sẽ giới thiệu những kỹ thuật để xây dựng mô hình hình học trong Ansys như: copy, extrusion, fillerting và sử dụng hệ tọa độ mặt phẳng làm việc.

Trong ví dụ này chúng ta sẽ tạo ra một puli như hình sau



Tạo phần thể tích cơ bản

Chúng ta sẽ xây dựng mô hình khối này bằng cách tạo ra một mặt cắt của puli sau đó quét mặt cắt này quanh trục Y.

* *Tạo mặt cắt của chiếc puli*

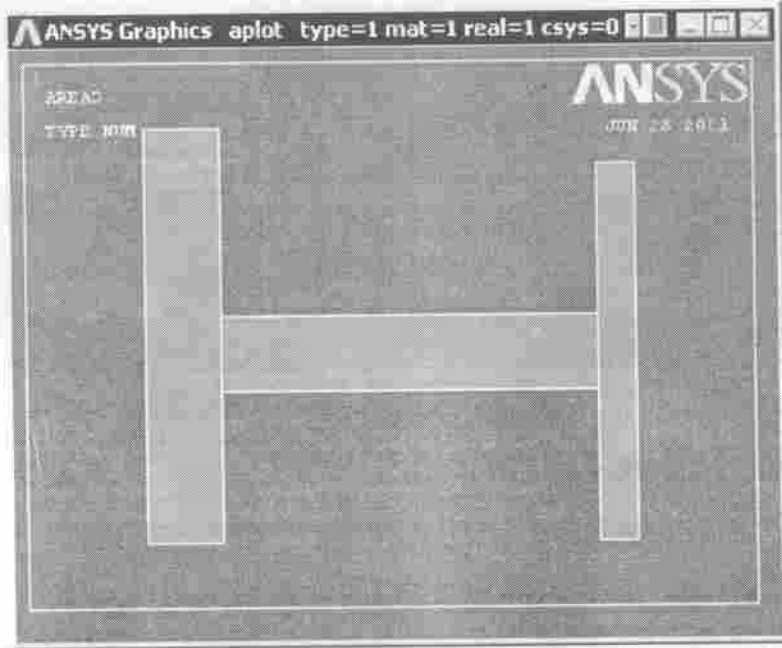
1. *Tạo 3 diện tích hình chữ nhật*

+ Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Rectangle > By 2 Corners

+ X = 2; Y = 0; Width = 1; Height = 5.5; sau đó [Apply].

+ X = 3; Y = 2; Width = 5; Height = 1; sau đó [Apply].

+ X = 8; Y = 0; Width = 0.5; Height = 5; sau đó [OK].



2. *Cộng các diện tích lại với nhau thành 1 diện tích*

+ Main Menu > Preprocessor > Modeling > Operate > Boolean > Add > Areas

+ Chọn tất cả các diện tích bằng cách ấn nút [PickAll].

3. *Tạo 2 diện tích tròn*

+ Preprocessor > Modeling > Create > Areas > Circle > Solid circles + X = 3; Y = 5.5; Radius = 0.5; sau đó [Apply].

+ X = 8.5; Y = 0.2; Radius = 0.2; sau đó [OK].

4. *Trừ diện tích tròn lớn từ diện tích cơ bản (area 4)*

+ Preprocessor > Operate > Subtract > Areas

+ Chọn diện tích cơ bản 4; sau đó [OK].

+ Chọn diện tích tròn lớn; sau đó [OK].

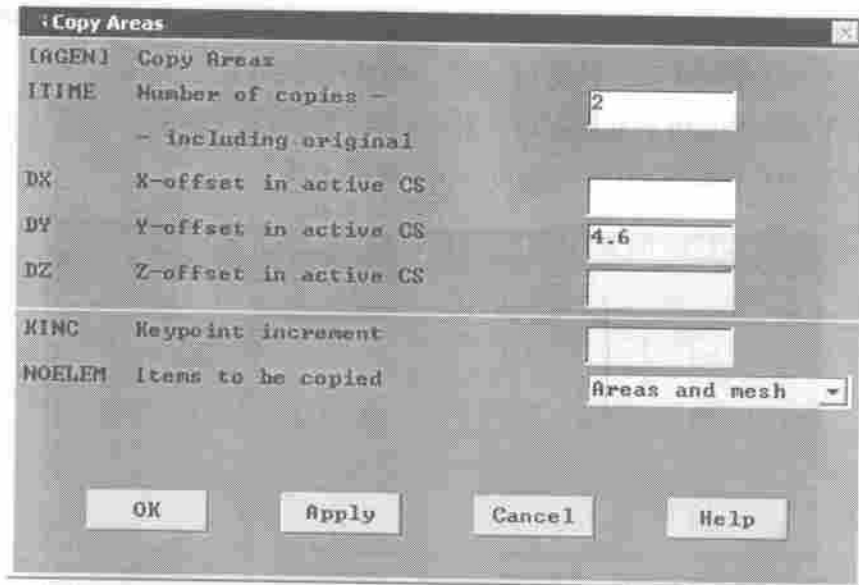
5. *Sao chép diện tích tròn nhỏ*

+ Preprocessor > Modeling > Copy > Areas

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

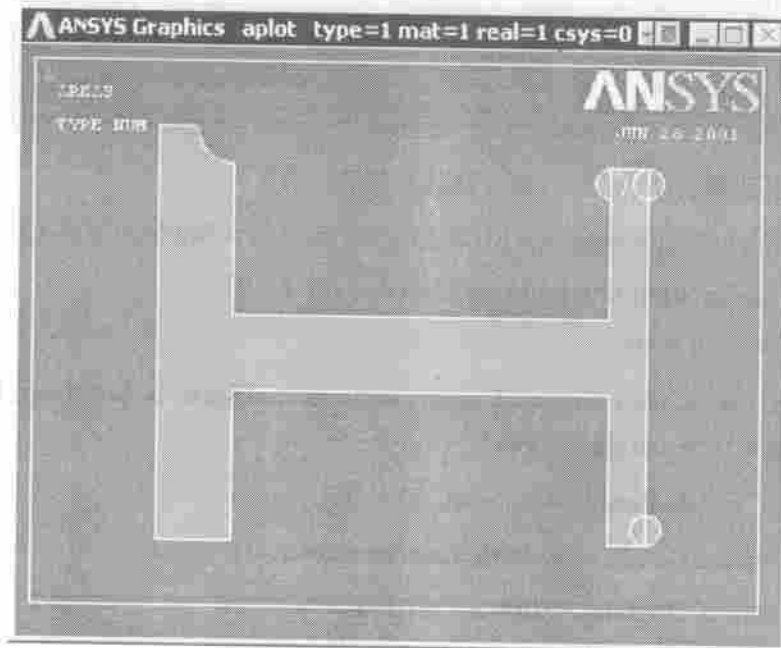
+ Chọn diện tích tròn nhỏ và ấn [OK].

+ Đặt giá trị y-offset là 4.6 và ấn [Apply].



+ Chọn diện tích tròn nhỏ mới tạo; sau đó [OK]

+ Đặt giá trị x offset là -0.5 và ấn [OK]



6. *Cộng các diện tích lại với nhau*

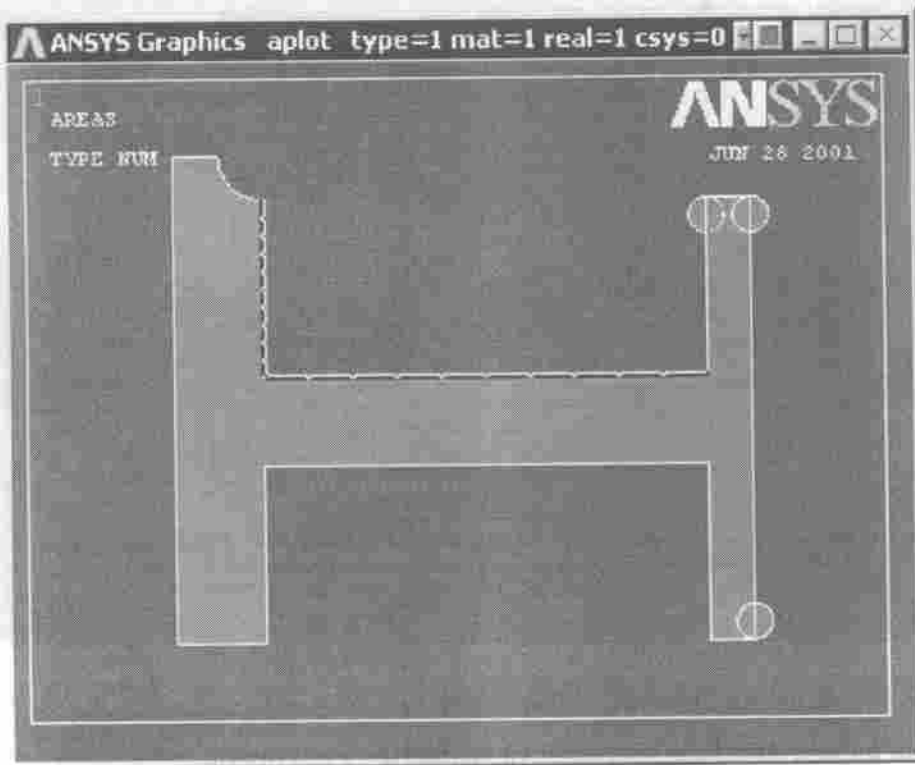
+ Preprocessor > Operate > Add > Areas

+ Chọn tất cả các diện tích bằng cách ấn nút [PickAll].

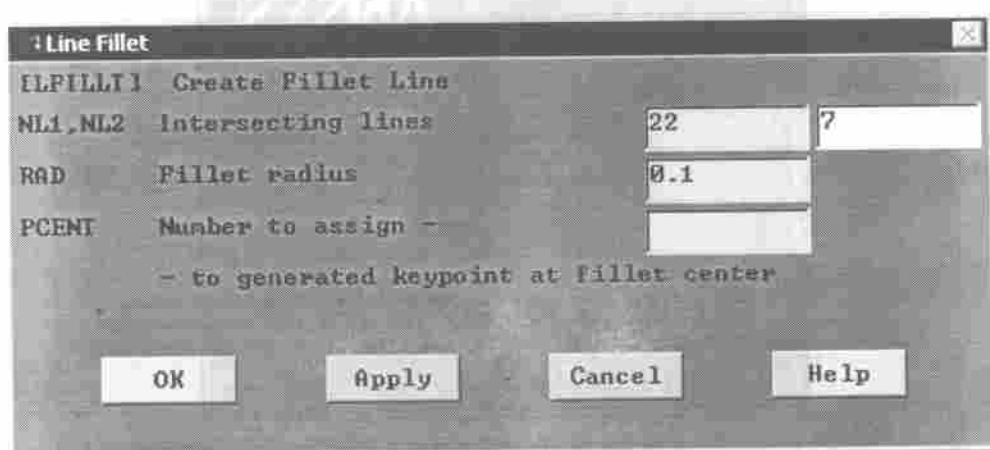
7. Tạo đường lượn

+ Preprocessor > Create > Lines > Line Fillet

+ Chọn đường 7 và 22 và ấn [OK].

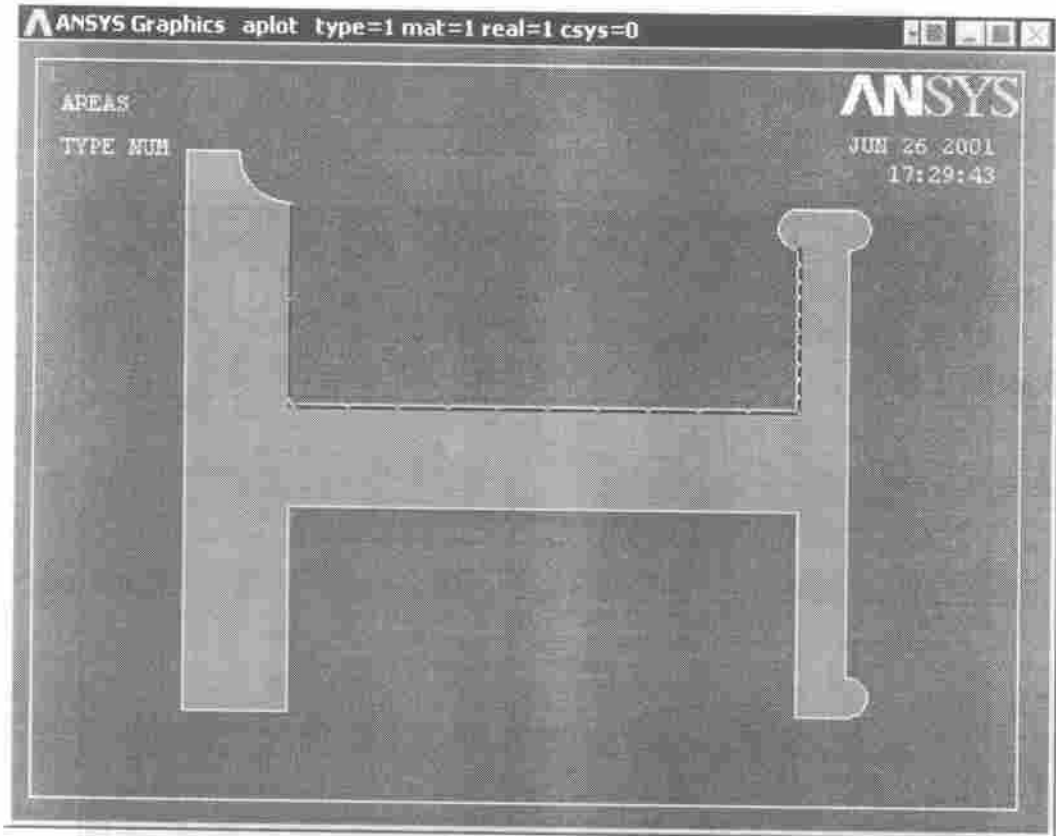


+ Đưa giá trị bán kính uốn cong là 0.1; sau đó [Apply].



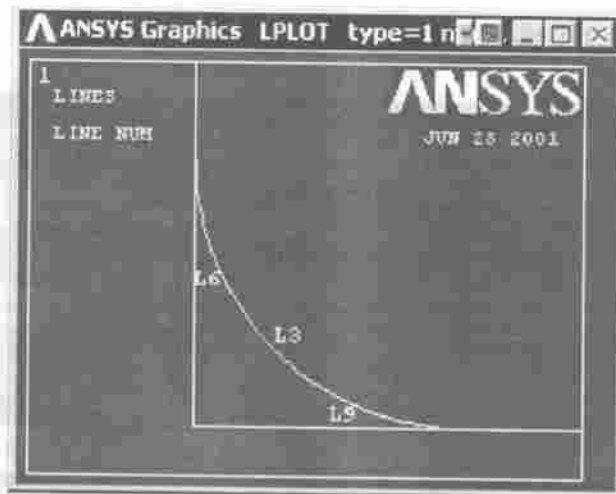
+ Chọn đường 7 và 26 và ấn [OK].

+ Đưa giá trị bán kính uốn cong là 0.1; sau đó [OK].



8. Tạo 2 diện tích mới có biên là các đường lượn vừa tạo

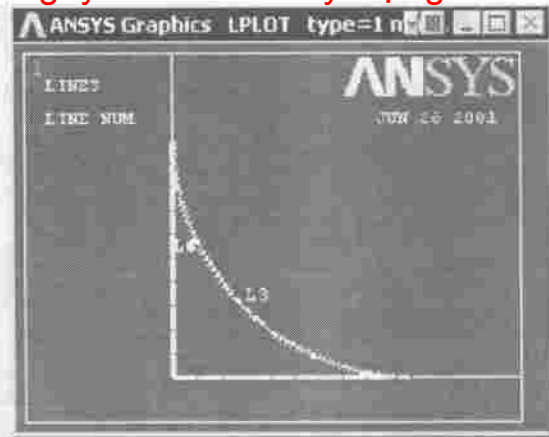
+ Zoom vào các bán kính uốn cong và vẽ đường và tên đường.



+ Preprocessor > Modeling > Create > Areas > Arbitrary > By Lines

+ Chọn đường 3, đường 6 và 9; sau đó [Apply].

+ Chọn đường 10, đường 11 và 14; sau đó [OK].



9. Cộng các diện tích lại thành 1 diện tích

+ Preprocessor > Operate > Add > Areas

+ Chọn tất cả các diện tích bằng cách ấn nút [PickAll].

10. Thể hiện diện tích (Utility Menu > Plot - Areas)

* *Tạo chiếc puli*

Chúng ta tạo chiếc puli bằng cách quét diện tích vừa tạo quanh trục Y tại $X = 0$ và $Z = 0$.

11. Tạo 2 điểm mới

+ Preprocessor > Modeling > Create > Keypoints > In Active CS...

+ Điểm thứ nhất 1001; $X = 0$; $Y = 0$; $Z = 0$; sau đó [Apply].

+ Điểm thứ hai 1002; $X = 0$; $Y = 5$; $Z = 0$; sau đó [OK].

12. Chọn menu Utility > Plot > Areas

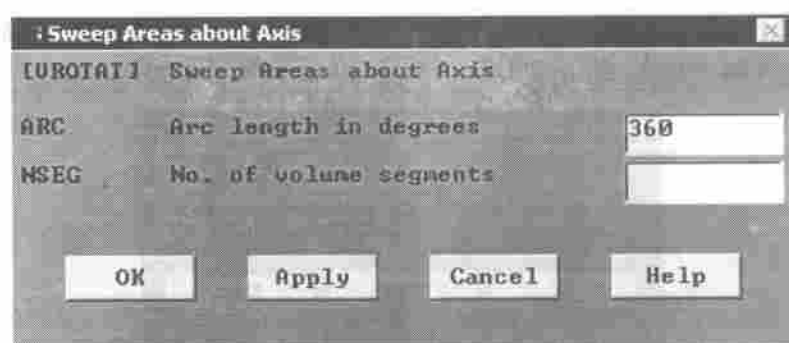
13. Quét diện tích cơ bản quanh trục Y

+ Preprocessor > Modeling > Operate > Extrude > Areas > About axis

+ Chọn diện tích cơ bản; sau đó [OK].

+ Chọn điểm 2001 và 2002; sau đó [OK].

+ Ấn [OK].





Tạo lỗ trên chiếc puli

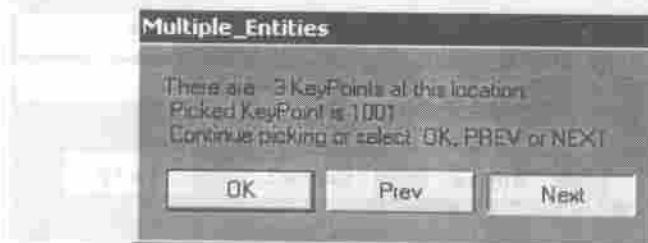
14. Di chuyển mặt phẳng làm việc

Theo ngầm định, mặt phẳng làm việc trùng với hệ tọa độ Đề các X-Y tổng thể. Tuy nhiên để tạo các lỗ trên puli chúng ta cần sử dụng mặt phẳng làm việc ở vị trí khác. Có nhiều cách để định nghĩa mặt phẳng làm việc trong đó có cách định nghĩa mặt phẳng làm việc bằng 3 điểm.

- + Tạo 3 điểm mới Preprocessor > (-Modeling-) Create > Keypoints > In Active CS...
- + Điểm thứ nhất 2001; X = 0; Y = 3; Z = 0; sau đó [Apply].
- + Điểm thứ hai 2002; X = 1; Y = 3; Z = 0; sau đó [Apply].
- + Điểm thứ ba 2003; X = 0; Y = 3; Z = 1; sau đó [OK].
- + Utility Menu > PlotCtrls > Pan Zoom Rotate...; ấn nút [Top]
- + Utility Menu > Plot > Keypoints

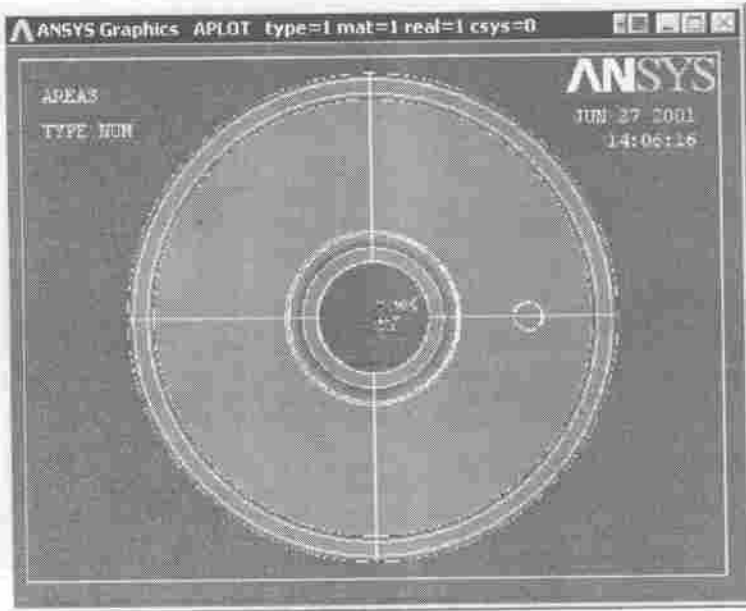
15. Định nghĩa mặt phẳng làm việc qua 3 điểm

- + Utility Menu > WorkPlane > Align WP with > Keypoints
- + Chọn điểm 2001, 2002 và 2003 (điểm 2001 chỉ góc của mặt phẳng làm việc, điểm 2002 chỉ hướng của trục X, điểm 2003 chỉ hướng của mặt phẳng làm việc).



16. Tạo một hình trụ đặc

- + Preprocessor > Modeling > Create > Volumes > Cylinder > Solid Cylinder...
- + X = 5.5; Y = 0; Radius = 0.5; Depth = 1; sau đó [OK].

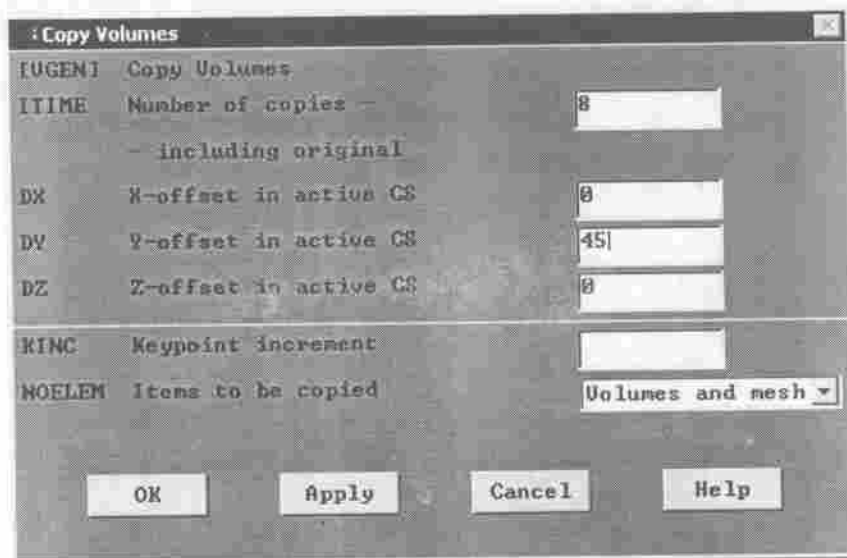


17. Đặt hệ tọa độ hoạt động về hệ tọa độ trụ

- + Utility Menu > WorkPlane > Change Active CS to > Global Cylindrical Y

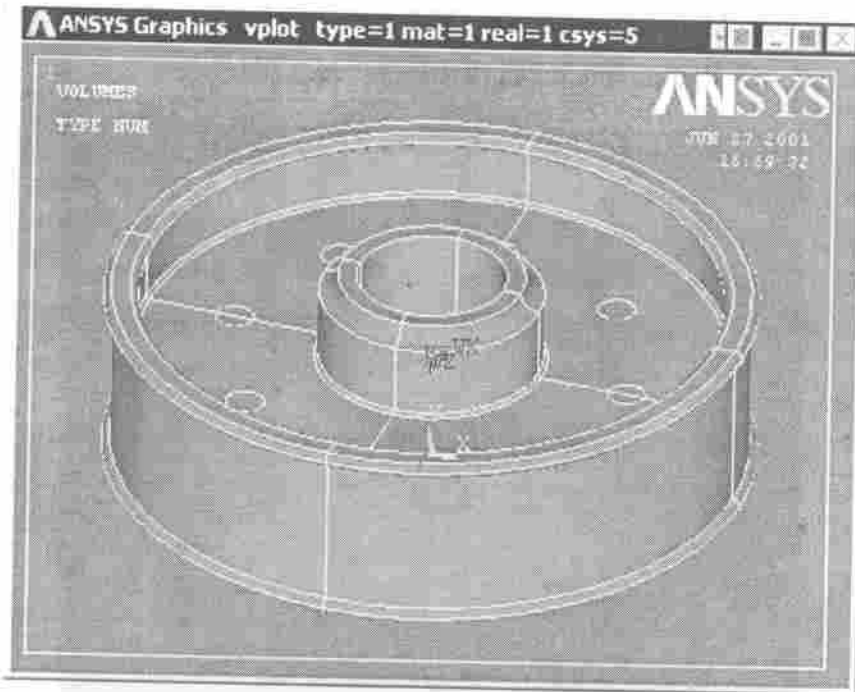
18. Tạo 8 lỗ trên chiếc puli

- + Preprocessor > Copy > Volumes
- + Chọn hình trụ đặc vừa tạo; sau đó [OK].



Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

+ Đặt VGEN = 8; DX = 0; DY = 45; DZ = 0; sau đó [OK].

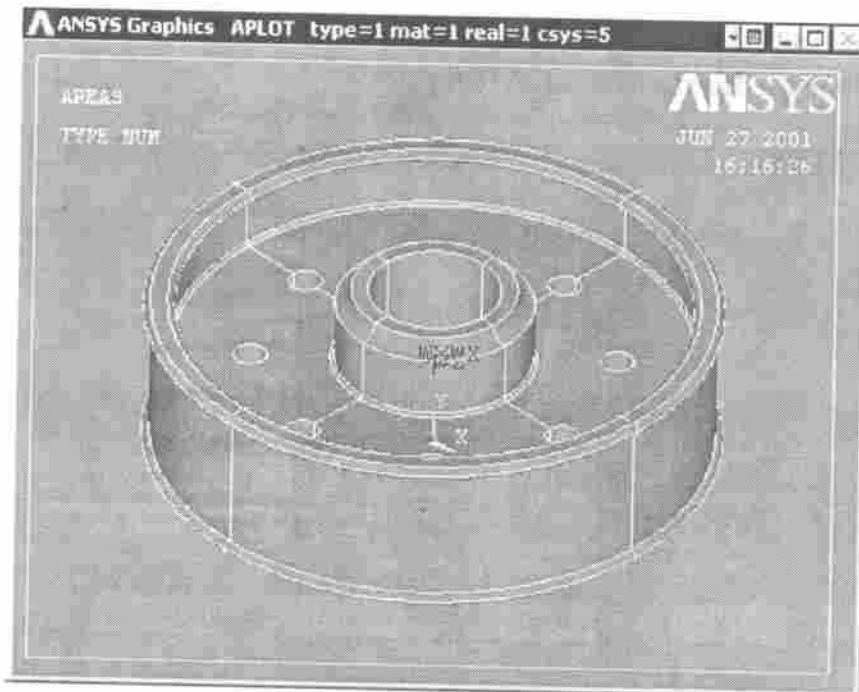


19. Trừ các hình trụ đặc vừa sao chép từ hình chiếc puli cơ bản

+ Preprocessor > Operate > Subtract > Volumes

+ Chọn thể tích 1, 2, 3, và 4; sau đó [OK].

+ Chọn 8 hình trụ đặc vừa tạo; sau đó [OK].



Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

Lưu trữ và thoát khỏi Ansys

- + Chọn nút [Save_DB] trên thanh công cụ.
- + Chọn nút [Quit] trên thanh công cụ.
- + Chọn “Quit – Nosave!”; sau đó [OK].

Nội dung của ví dụ bằng dòng lệnh Command

```
/PREP7
BLC4,2,0,1,5.5      ! Tạo diện tích hình chữ nhật
BLC4,3,2,5,1
BLC4,8,0,0.5,5
AADD,ALL            ! Cộng các diện tích lại với nhau
CYL4,3,5.5,0.5     ! Tạo diện tích tròn
CYL4,8,5.0,2,0.2
ASBA,4,1            ! Trừ diện tích
AGEN,2,2,,4.6
AGEN,2,1,,0.5
AADD,ALL            ! Cộng diện tích
LFILLT,22,7,0.1,,  ! Tạo đường lượn với bán kính 0.1mm
LFILLT,26,7,0.1,,
AL,3,6,9
AL,10,11,14
AADD,ALL
K,1001,0,0,0
K,1002,0,5,0
VROTAT,3, , , , ,1001,1002,360, , ! Quét diện tích cơ bản quanh trục Y
K,2001,0,3,0
K,2002,1,3,0
K,2003,0,3,1
KWPLAN,1,2001,2002,2003      ! Di chuyển mặt phẳng làm việc
CSYS,5
CYL4,5,5,0,0.5, , , ,1
VGEN,8,5, , , ,45, , ,0
vsbv,all,5
```

vsbv,13,6

vsbv,all,7

vsbv,4,8

vsbv,all,9

vsbv,2,10

vsbv,all,11

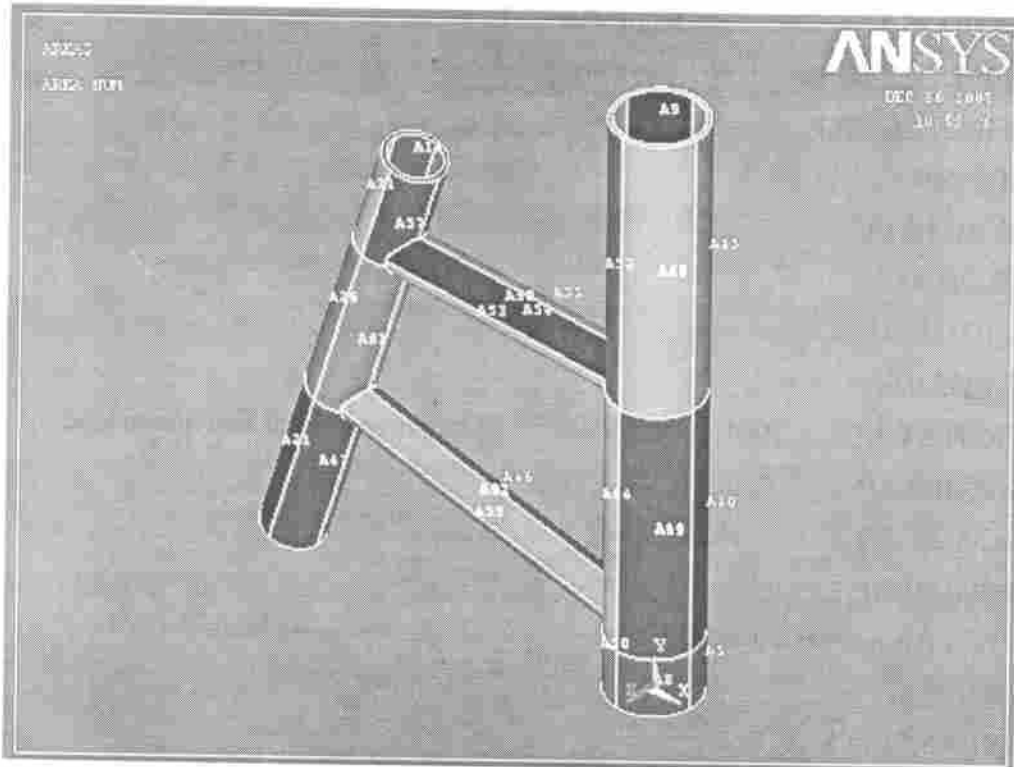
vsbv,2,12

VÍ DỤ 10.2. XÂY DỰNG MÔ HÌNH HÌNH HỌC MỘT BỘ PHẬN DÀN 3D TRONG ANSYS

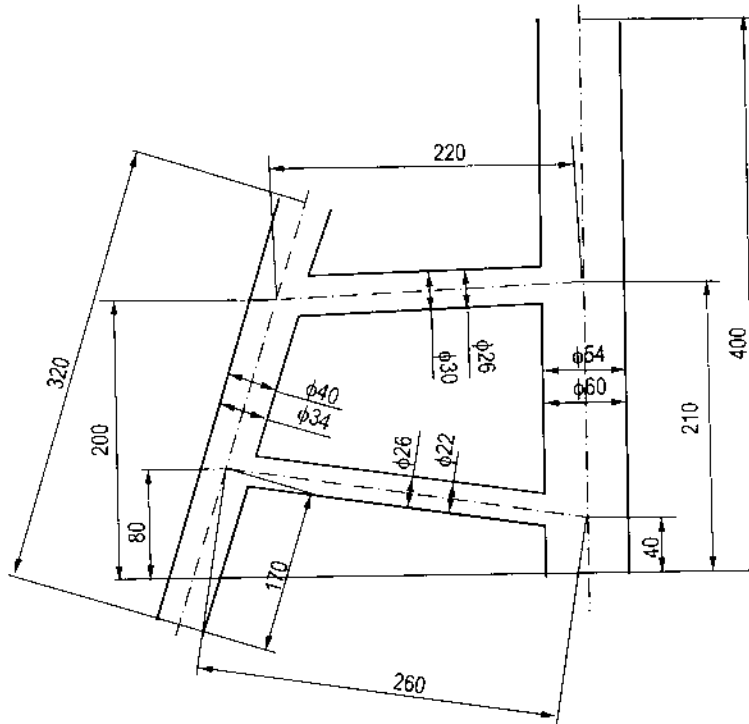
Giới thiệu

Bài tập này giúp cho chúng ta làm quen với các lệnh xây dựng mô hình hình học cơ bản trong Ansys. Bài tập này sẽ giới thiệu những kỹ thuật để xây dựng mô hình hình học trong Ansys như: copy, extrusion, fillerting và sử dụng hệ toạ độ mặt phẳng làm việc.

Trong ví dụ này chúng ta sẽ tạo ra một bộ phận của dàn 3D như hình sau



Với các thông số hình học cho như sau:



Chúng ta sẽ xây dựng mô hình khối này bằng cách tạo ra các đường trục của các thanh dầm.

1. Tạo 8 điểm mới thuộc các đường trục

+ Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Keypoints > In Active CS

+ Điểm thứ nhất 1, X = 0; Y = 0; sau đó [Apply].

+ Điểm thứ hai 2, X = 0; Y = 40; sau đó [Apply].

+ Điểm thứ ba 3, X = 0; Y = 210; sau đó [Apply].

+ Điểm thứ bốn 4, X = 0; Y = 400; sau đó [Apply].

+ Điểm thứ năm 5, X = -292.3773; Y = -34.63722; sau đó [Apply].

+ Điểm thứ sáu 6, X = -256.9047; Y = 80; sau đó [Apply].

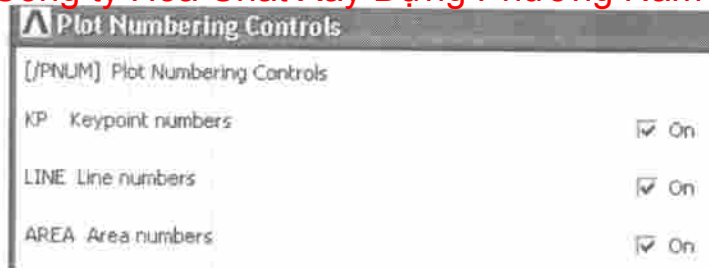
+ Điểm thứ bảy 7, X = -219.7726; Y = 200; sau đó [Apply].

+ Điểm thứ tám 8, X = -197.6022; Y = 271.6483; sau đó [OK].

Bật chế độ thể hiện tên điểm, đường, diện tích.

+ Utility Menu > PlotCtrls > Numbering ...

+ Chọn “Keypoint numbers” là On, “Line numbers” là On, “Area numbers” là On; sau đó [OK].



2. Tạo 8 đường mới

+ **Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Lines > Straight Line**

+ Đường thứ 1 - Chọn điểm thứ nhất 1, điểm thứ hai 2.

+ Đường thứ 2 - Chọn điểm thứ 2, điểm thứ 3.

+ Đường thứ 3 - Chọn điểm thứ 3, điểm thứ 4.

+ Đường thứ 4 - Chọn điểm thứ 5, điểm thứ 6.

+ Đường thứ 5 - Chọn điểm thứ 6, điểm thứ 7.

+ Đường thứ 6 - Chọn điểm thứ 7, điểm thứ 8.

+ Đường thứ 7 - Chọn điểm thứ 2, điểm thứ 6.

+ Đường thứ 8 - Chọn điểm thứ 3, điểm thứ 7; sau đó [OK].

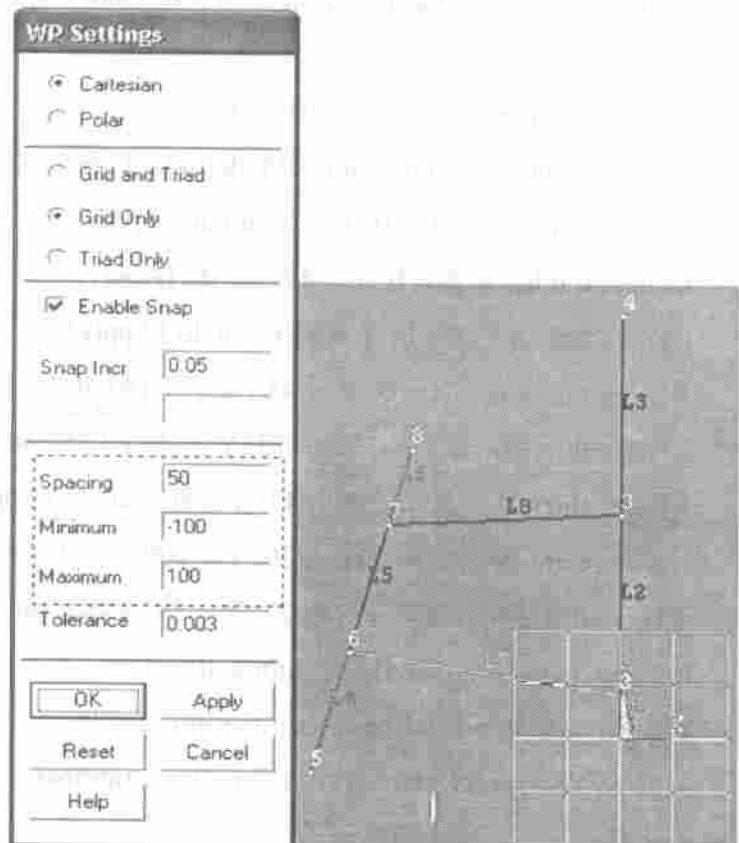
3. Tạo 4 diện tích mới

Ở phần này ta làm quen với mặt phẳng làm việc (WorkPlane), cách hiển thị và định nghĩa mặt phẳng làm việc để công việc tạo mô hình hình học thuận lợi hơn.

+ **Utility Menu > WorkPlane > Display Working Plane** (bật chế độ hiển thị mặt phẳng làm việc).

+ **Utility Menu > WorkPlane > WP Setting...**


+ **Hiển thị WP ở dạng lưới** với các thông số như trên hình; sau đó [OK].

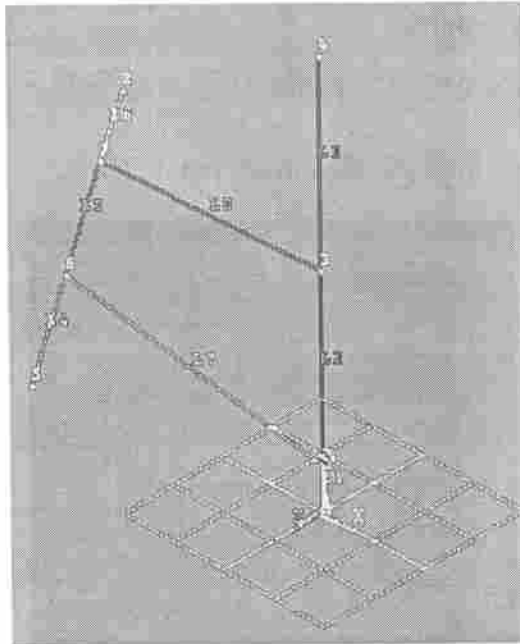


Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

Chúng ta thấy WP được thể hiện trên màn hình

- Đặt mặt phẳng làm việc vuông góc với đường trục của thanh dầm
- + Utility Menu > WorkPlane > Align WP With > Plane Normal to Line
- + Chọn đường số 1; sau đó [OK].

Chuyển sang chế độ hiển thị Isometric bằng cách nhấn vào nút  trên thanh công cụ phía bên phải.



Tạo diện tích tròn đặc thứ 1

- + Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Areas > Circle > By Dimensions

+ Đặt $RADI = 30$ (bán kính của diện tròn); sau đó [OK].

Đặt mặt phẳng làm việc vuông góc với đường trục của thanh dầm

- + Utility Menu > WorkPlane > Align WP With > Plane Normal to Line
- + Chọn đường số 4; sau đó [OK].

Tạo diện tích tròn đặc thứ 2

- + Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Areas > Circle > By Dimensions

+ Đặt $RADI = 20$ (bán kính của diện tròn); sau đó [OK].

Đặt mặt phẳng làm việc vuông góc với đường trục của thanh dầm

- + Utility Menu > WorkPlane > Align WP With > Plane Normal to Line
- + Chọn đường số 7; sau đó [OK].

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

* Tạo diện tích tròn đặc thứ 3

+ Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Areas > Circle > By Dimensions

+ Đặt $RADI = 13$ (bán kính của diện tròn); sau đó [OK].

Đặt mặt phẳng làm việc vuông góc với đường trục của thanh dầm

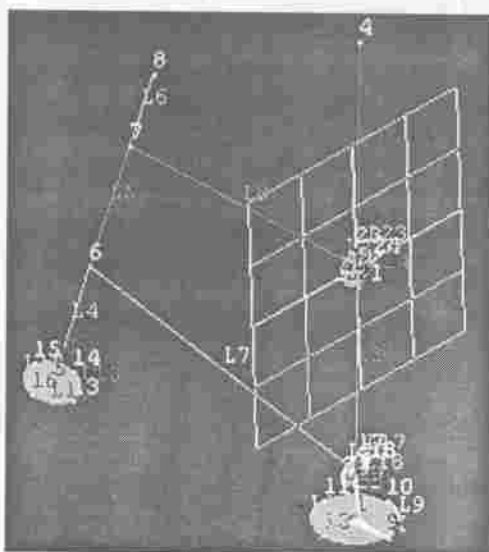
+ Utility Menu > WorkPlane > Align WP With > Plane Normal to Line

+ Chọn đường số 8; sau đó [OK].

* Tạo diện tích tròn đặc thứ 4

+ Main Menu > Preprocessor > Modeling > Create > Areas > Circle > By Dimensions

+ Đặt $RADI = 15$ (bán kính của diện tròn); sau đó [OK].



4. Tạo 4 thể tích mới

Chúng ta tạo 4 thể tích bằng cách quét diện tích vừa tạo dọc theo các đường trục.

+ Preprocessor > Modeling > Operate > Extrude > Areas > Along Lines

+ Chọn diện tích cơ bản 1; sau đó [OK].

+ Chọn đường số 1 và 2, 3; sau đó [Apply].

+ Chọn diện tích cơ bản 2; sau đó [OK].

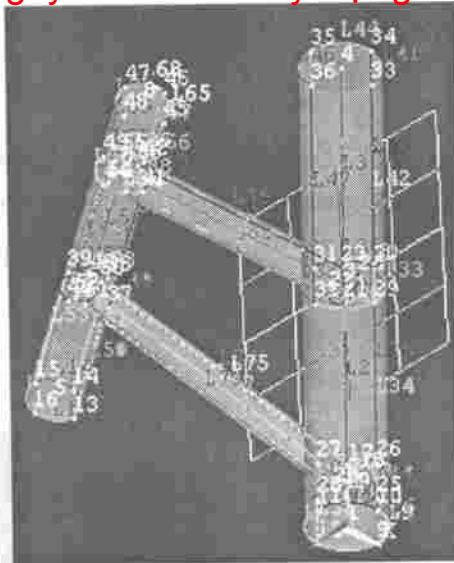
+ Chọn đường số 4 và 5, 6; sau đó [Apply].

+ Chọn diện tích cơ bản 3; sau đó [OK].

+ Chọn đường số 7; sau đó [Apply].

+ Chọn diện tích cơ bản 4; sau đó [OK].

+ Chọn đường số 8; sau đó [OK].



5. Hợp 4 thể tích vừa tạo thành một

+ Preprocessor > Modeling > Operate > Boolean > Add > Volumes

+ Ấn [PickAll].

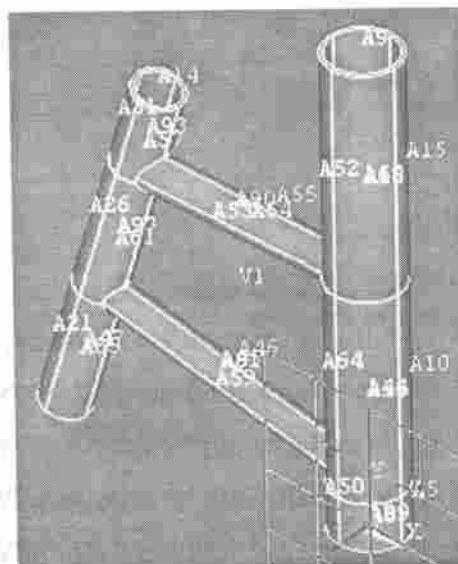
Cũng với cách làm như vậy tạo một thể tích với các bán kính là bán kính bên trong.

Để được kết quả cuối cùng chúng ta trừ thể tích ban đầu với thể tích vừa tạo ra được kết cấu giàn ống như yêu cầu.

+ Preprocessor > Modeling > Operate > Boolean > Subtract > Volumes

+ Chọn thể tích số 9; ấn [OK].

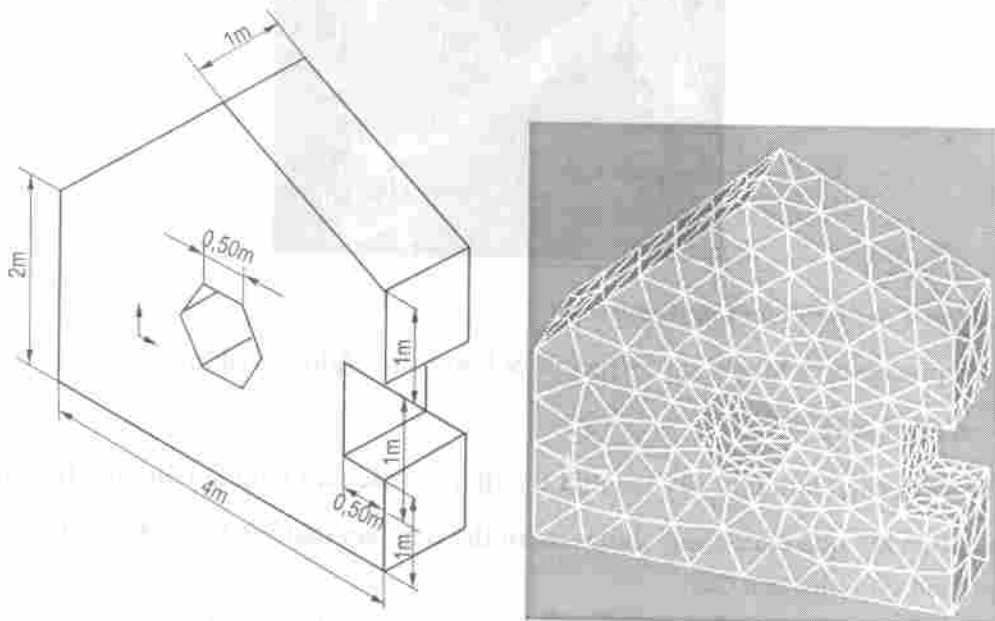
+ Chọn thể tích số 10; ấn [OK].



VÍ DỤ 10.3. XÂY DỰNG MÔ HÌNH VỚI SỰ HỖ TRỢ CỦA AUTOCAD

Giới thiệu

Tạo dữ liệu hình học một khối 3D bằng chương trình AutoCAD (trong cuốn sách này chúng tôi không giới thiệu cách sử dụng AutoCAD, giả thiết rằng bạn đã biết cách sử dụng AutoCAD), sau đó xuất dữ liệu tạo được vào Ansys và tạo lưới phần tử trong Ansys.



Giai đoạn xây dựng mô hình hình học bằng AutoCAD

1. Khởi động chương trình AutoCAD

+ Tạo bản vẽ mới.

2. Tạo chi tiết 2D bằng lệnh polyline và polygon

+ **Command:** PLINE ↵ (Enter)

PLINE

Specify start point: 0,0 ↵ (Enter)

Current line-width is 0.0000

Specify next point or [Arc/Halfwidth/Length/Undo/Width]: @ 0,2 ↵ (Enter)

Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width]: @2,2 ↵ (Enter)

Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width]: @2,-1 ↵ (Enter)

Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width]: @-1,0 ↵ (Enter)

Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width]: @0,-1 ↵ (Enter)

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width]: @-0.5,0 ↵ (Enter)

Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width]: @0,-1 ↵ (Enter)

Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width]: @0.5,0 ↵ (Enter)

Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width]: @0,-1 ↵ (Enter)

Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width]: c ↵ (Enter)

+ **Command:** polygon ↵ (Enter)

_polygon Enter number of sides <4>:
6 ↵ (Enter)

Specify center of polygon or [Edge]:
2,1.5 ↵ (Enter)

Enter an option [Inscribed in circle/Circumscribed about circle] <I>: ↵ (Enter)

Specify radius of circle: 0.5 ↵ (Enter)

3. *Tạo chi tiết 3D bằng lệnh extrude với độ cao là 1*

+ **Command:** extrude ↵ (Enter)

_extrude

Current wire frame density:
ISOLINES = 4

Select objects: all ↵ (Enter)

Specify height of extrusion or [Path]:
1 ↵ (Enter)

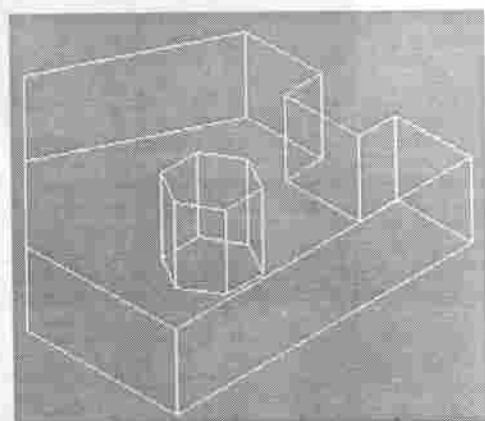
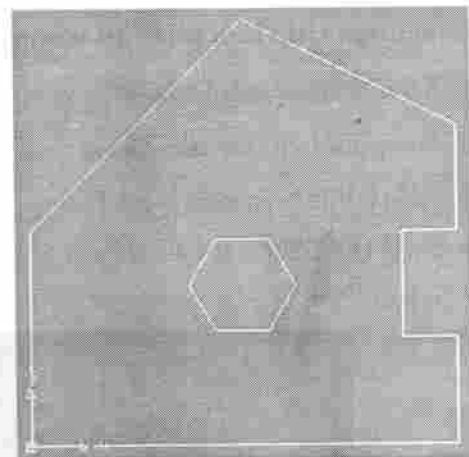
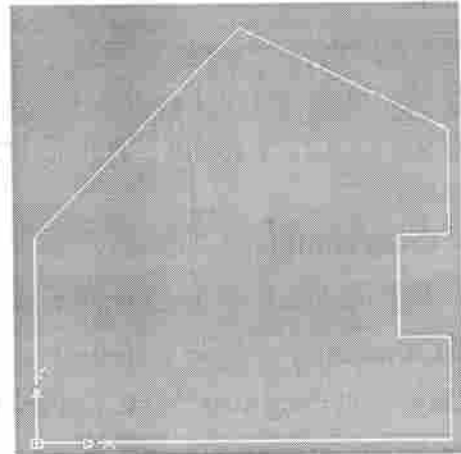
Specify angle of taper for extrusion <0> ↵ (Enter)

4. *Đổi hướng nhìn bằng lệnh view*

+ **Command:** -view ↵ (Enter)

-view Enter an option

[?/Orthographic/Delete/Restore/Save/Ucs/Window]: _swiso ↵ (Enter)



5. Xử lý các khối vừa tạo bằng lệnh *subtract*.

+ **Command:** *subtract* ↵ (Enter)

_subtract Select solids and regions to subtract from ..

Select objects: 1 found ↵ (Enter) (Chọn khối lớn)

Select objects: ↵ (Enter)

Select solids and regions to subtract ..

Select objects: 1 found ↵ (Enter) (Chọn khối nhỏ)

+ **Command:** *hide* ↵ (Enter)

6. Xuất dữ liệu hình học sang Ansys

+ **Command:** *_export* ↵ (Enter)

Chọn định dạng xuất là *.sat*. Đặt tên file là *Solid.sat*

Select objects: *all* ↵ (Enter)

Giai đoạn chia lưới phân tử trong Ansys

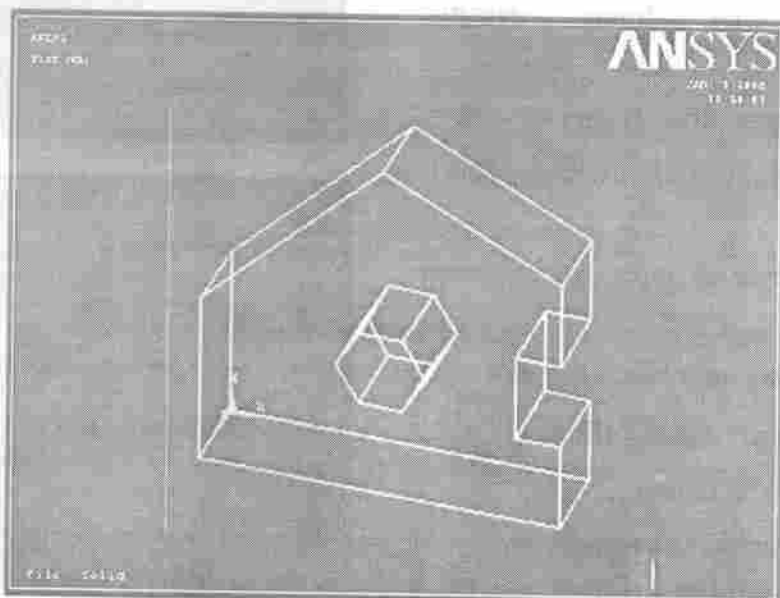
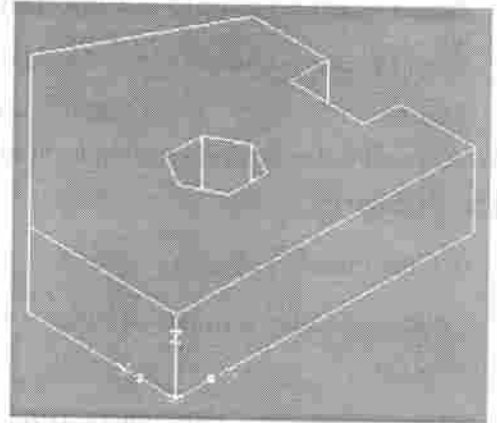
1. Khởi động chương trình Ansys

2. Nhập dữ liệu *.sat* vào Ansys

+ Utility File > Import > SAT...

+ Chọn file *Solid.sat* cần nhập.

+ Sau đó [OK].



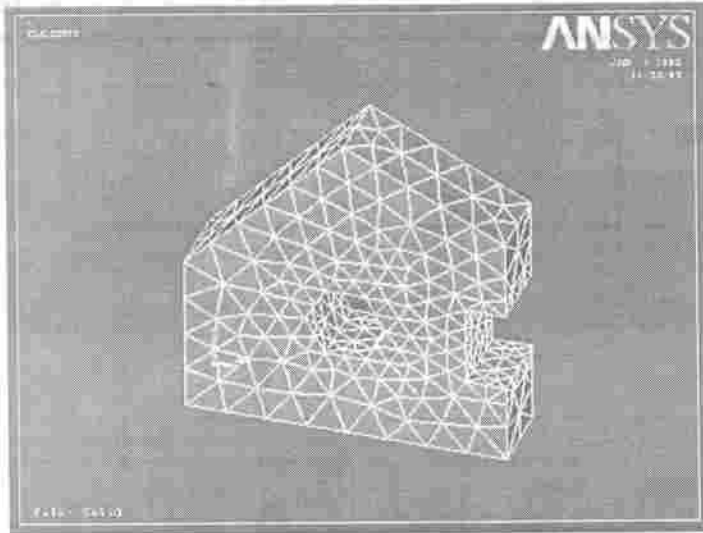
3. Định nghĩa loại phần tử

+ Preprocessor > Element Type > Add/Edit/Delete...

+ Chọn nút [Add...] chọn phần tử SOLID186; sau đó [OK].

4. Chia lưới phần tử

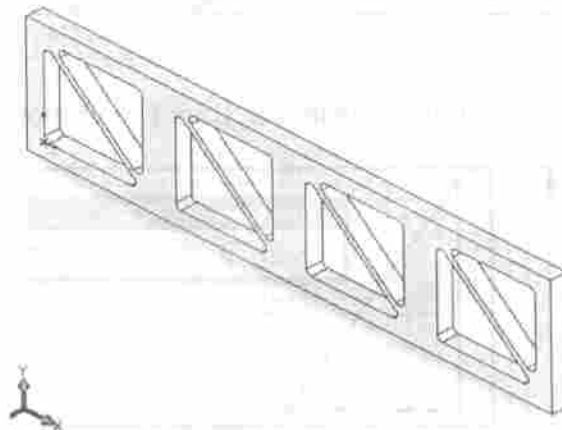
+ Preprocessor > Meshing > Mesh > Volumes > Free ấn nút [Pick All]



VÍ DỤ 10.4. XÂY DỰNG MÔ HÌNH VỚI SỰ HỖ TRỢ CỦA SOLIDWORKS

Giới thiệu

Tạo dữ liệu hình học một khối 3D bằng chương trình SolidWorks (trong cuốn sách này chúng tôi không giới thiệu cách sử dụng SolidWorks, giả thiết rằng bạn đã biết cách sử dụng SolidWorks), sau đó xuất dữ liệu tạo được vào Ansys và tạo lưới phần tử trong Ansys.



Giai đoạn xây dựng mô hình hình học bằng SolidWorks

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

1. Khởi động chương trình SolidWorks

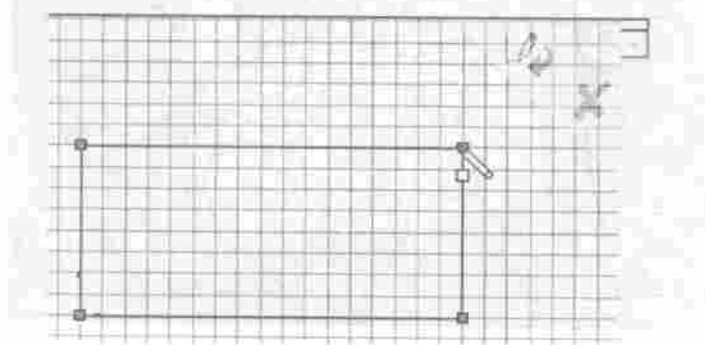
+ Tạo bản vẽ mới chọn menu File > New... nhấn nút [OK].

2. Tạo chi tiết 2D bằng Sketch toolbar

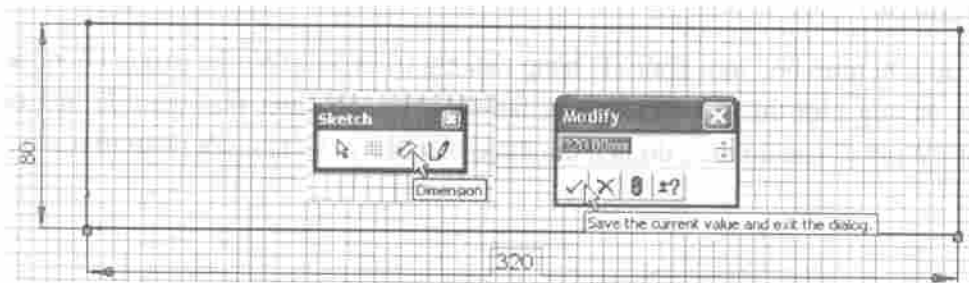
+ Ở thanh toolbar "Sketch", nhấn icon [Sketch] để hiện thanh toolbar "Sketch Tools".



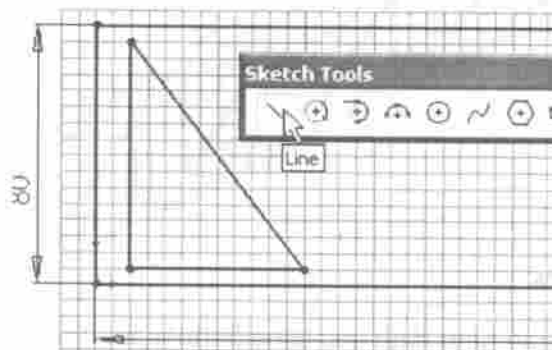
+ Ở thanh toolbar "Sketch Tools", nhấn icon [Rectangle] để vẽ một hình chữ nhật. Chọn điểm bắt đầu tại gốc tọa độ, điểm còn lại ở tại một vị trí bất kỳ.



+ Sử dụng "Dimension Tool" để chỉnh sửa lại kích thước của hình chữ nhật. Đặt chiều cao và chiều dài của hình chữ nhật là 80mm và 320mm.

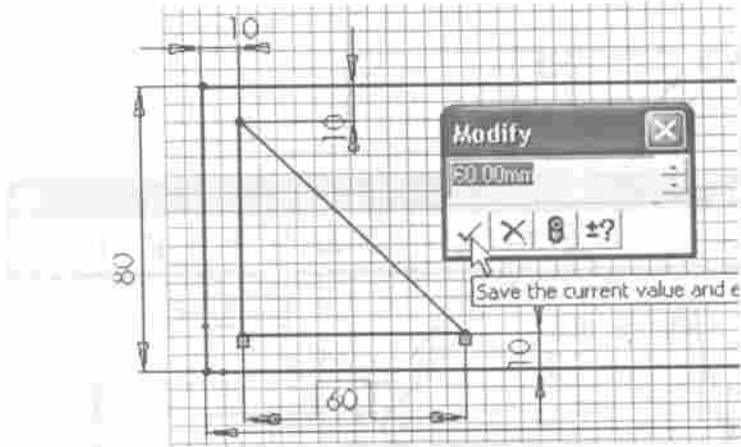


+ Ở thanh toolbar "Sketch Tools", nhấn icon [Line] để vẽ một hình tam giác.

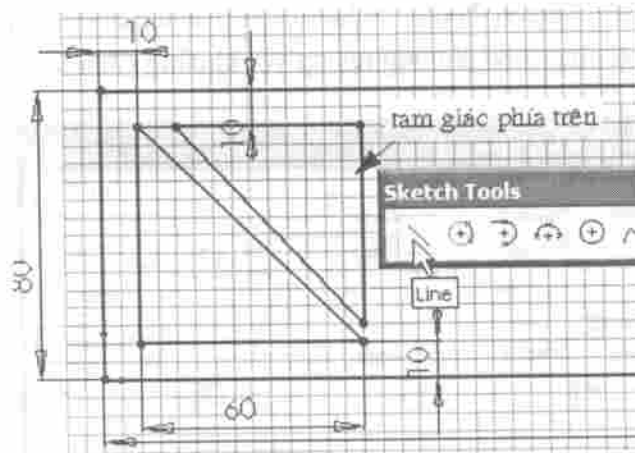


Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

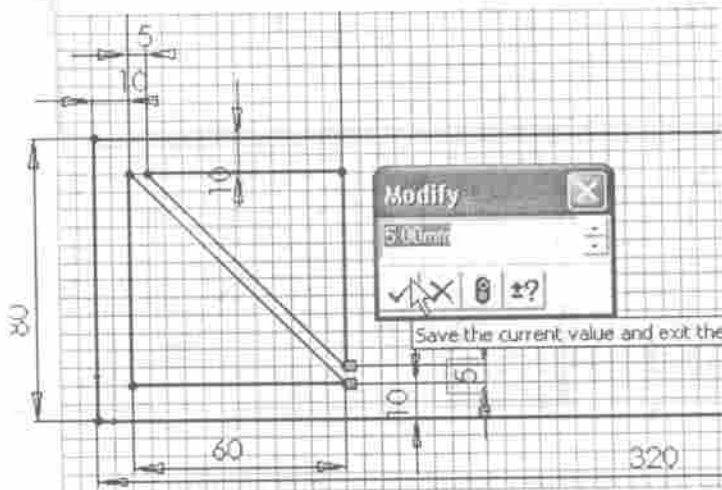
+ Sử dụng "Dimension Tool" để chỉnh sửa lại kích thước của hình tam giác. Đặt lại các khoảng cách của các cạnh hình tam giác với các cạnh của hình chữ nhật là 10mm.



+ Vẽ một hình tam giác phía trên hình tam giác vừa vẽ.

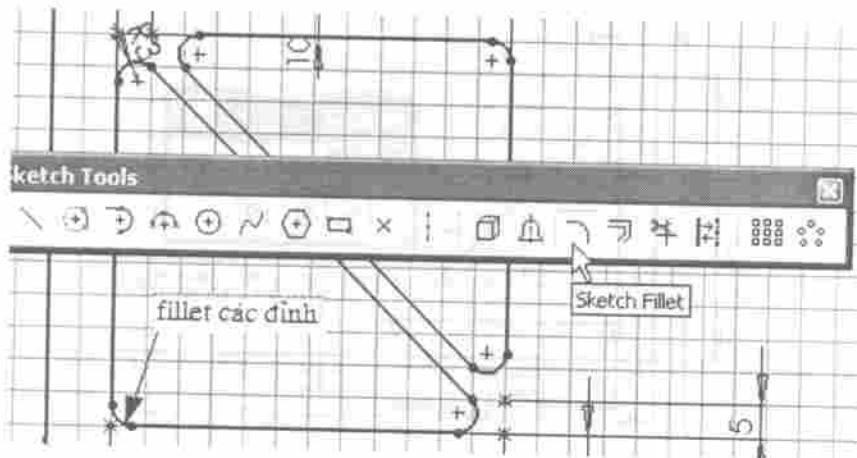


+ Sử dụng "Dimension Tool" để chỉnh sửa lại kích thước của hình tam giác. Đặt lại các khoảng cách của các đỉnh hình tam giác trên với các đỉnh của hình tam giác dưới là 5mm.

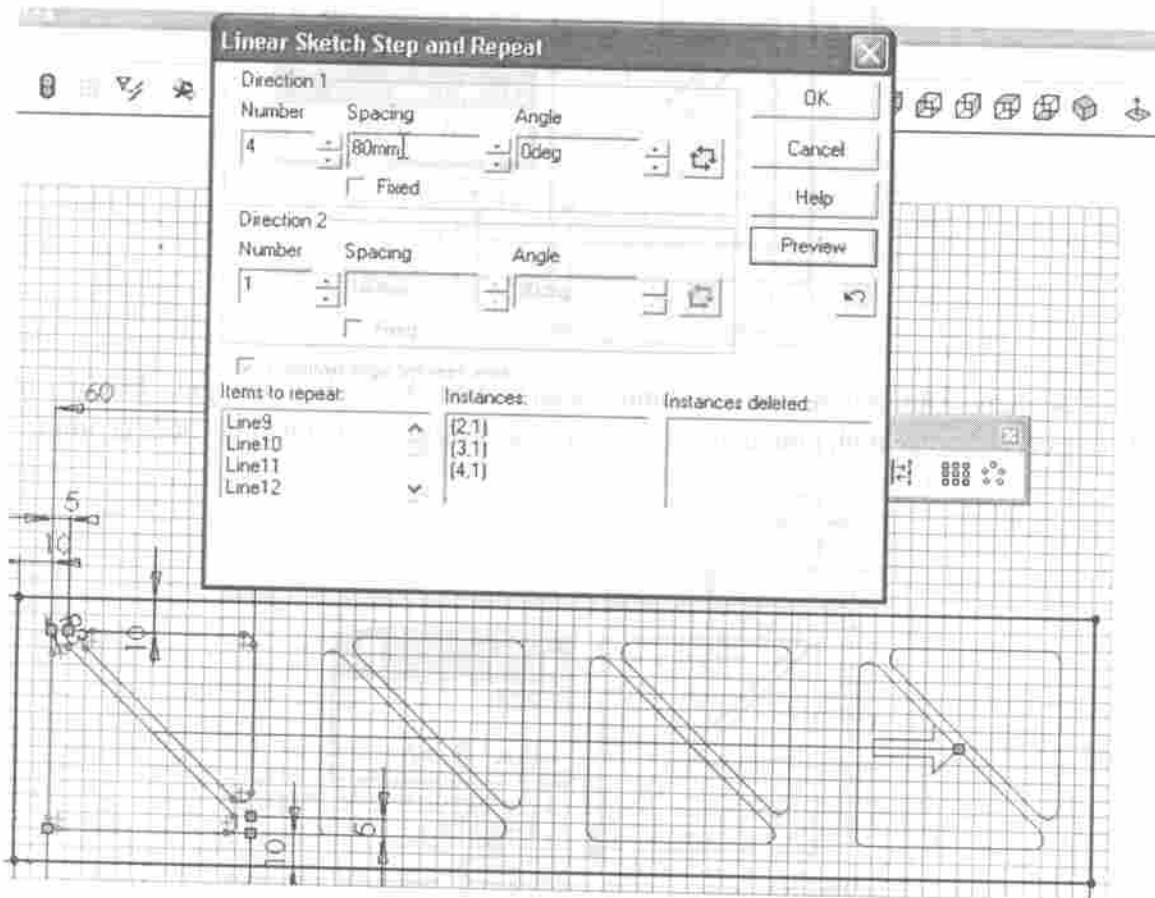


Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

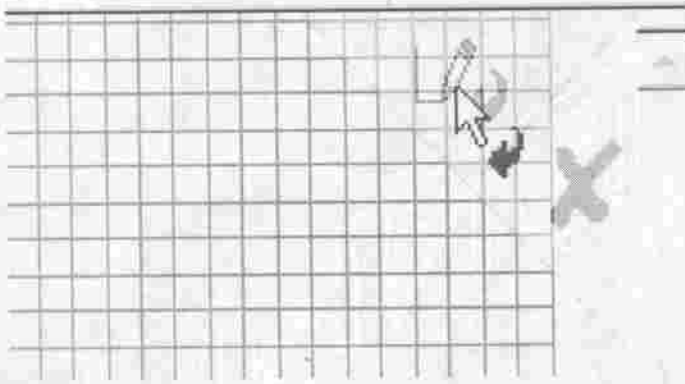
+ Ở thanh toolbar "Sketch Tools", nhấn icon [Sketch Fillet] để vẽ fillet các đỉnh của hai hình chữ nhật với bán kính uốn cong là 3mm.



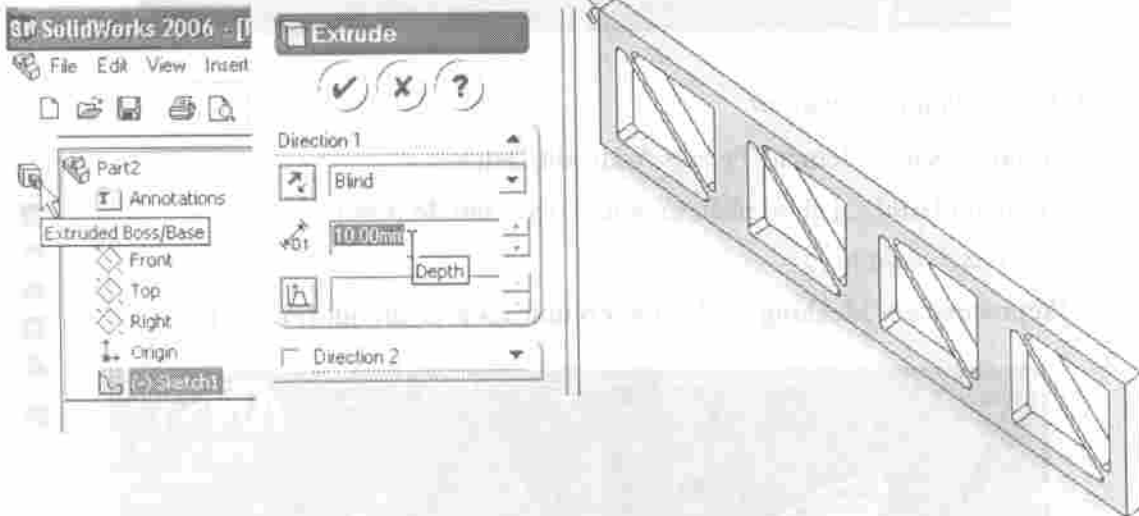
+ Ở thanh toolbar "Sketch Tools", nhấn icon [Linear sketch and repeat tool] để vẽ sao chép các hình chữ nhật theo phương ngang với khoảng cách là 80mm.



+ Kết thúc quá trình vẽ bằng cách nhấn vào mũi tên tím



3. Tạo chi tiết 3D bằng lệnh extrude thuộc thanh toolbar "Features" với khoảng cách là 10mm.



4. Xuất dữ liệu hình học sang Ansys

+ Chọn menu File > Save As... Chọn định dạng xuất là IGES File (*.igs). Đặt tên file là bracket.IGS.

Giai đoạn chia lưới phần tử trong Ansys

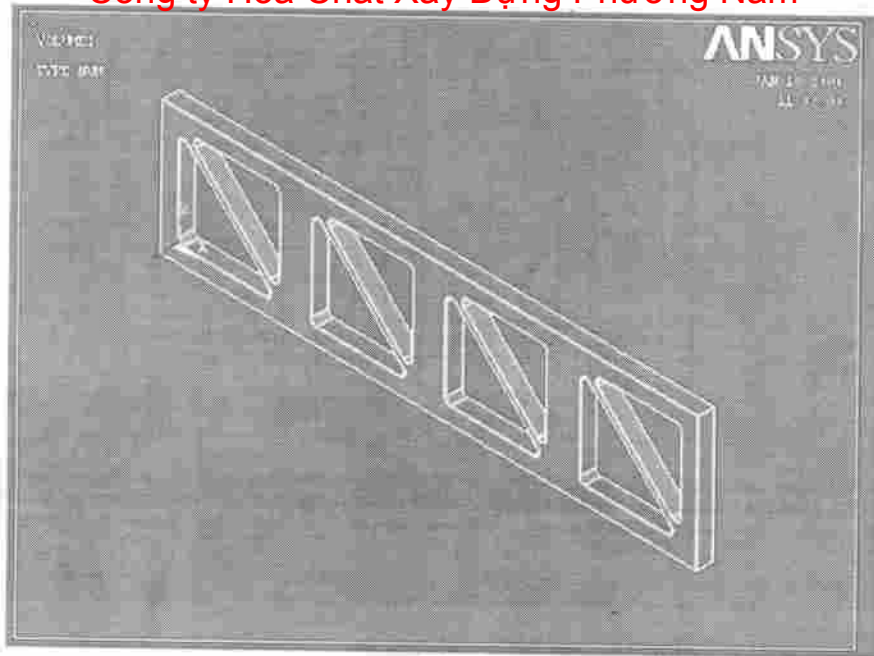
1. Khởi động chương trình Ansys

2. Nhập dữ liệu .igs vào Ansys

+ Utility File > Import > IGES...

+ Chọn file bracket.IGS cần nhập.

+ Sau đó [OK].

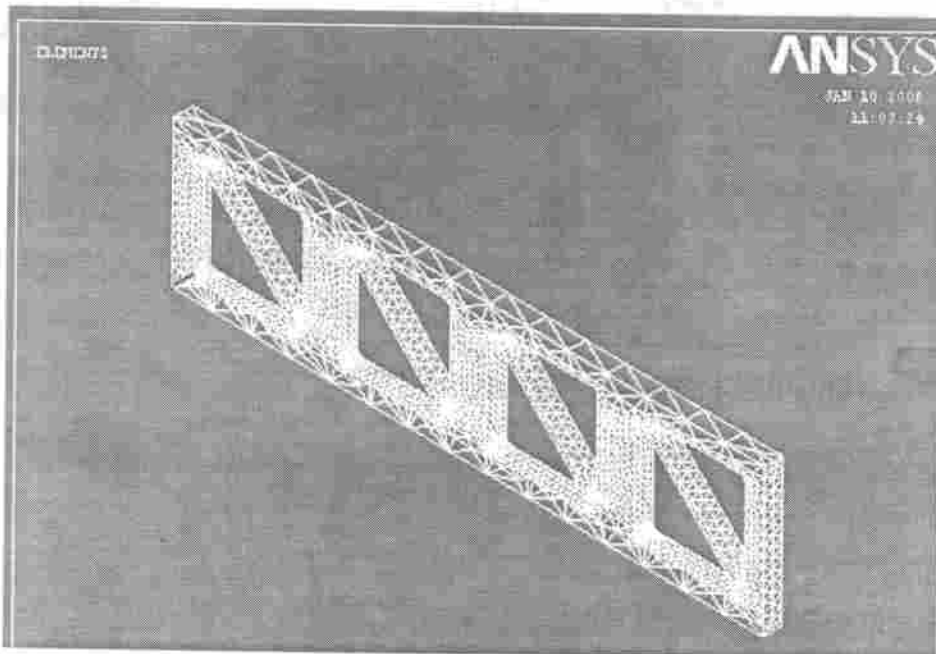


3. Định nghĩa loại phần tử

- + Preprocessor > Element Type > Add/Edit/Delete...
- + Chọn nút [Add...] chọn phần tử SOLID187; sau đó [OK].

4. Chia lưới phần tử

- + Preprocessor > Meshing > Mesh > Volumes > Free ấn nút [Pick All]

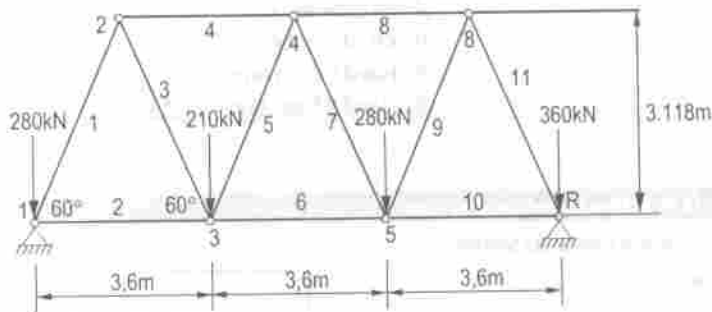


Chương 11

TÍNH TOÁN HỆ THANH DÀN

Dàn được tạo thành bởi các phần tử, mỗi phần tử đều có 2 khớp ở 2 đầu. Với giả thiết tải trọng tác dụng tại các nút và khớp có tính chất lý tưởng, ta có thể xem các phần tử của dàn là những thanh chịu kéo thuần túy hoặc nén thuần túy. Khi cấu tạo dàn cần phải thoả mãn yêu cầu: trục các thanh phải được đồng quy tại tim nút, tiết diện ngang các thanh phải đối xứng qua mặt phẳng dàn.

VÍ DỤ 11.1. GIẢI BÀI TOÁN DÀN PHẪNG



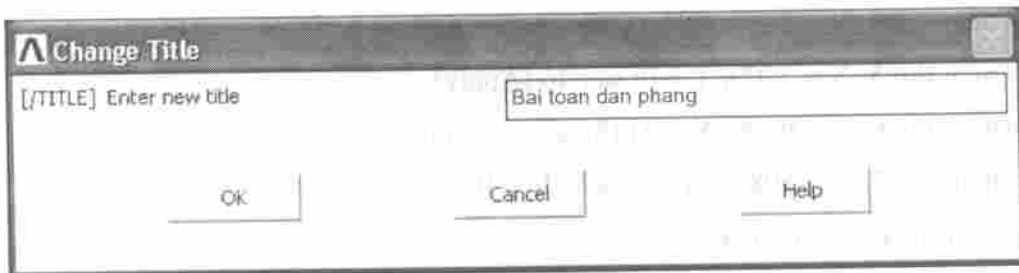
Giới thiệu

Một dàn chịu tải trọng tập trung như hình vẽ. Xác định lực dọc và ứng suất trong thanh số 1, xác định phản lực gối tựa và chuyển vị lớn nhất của dàn.

Giai đoạn xây dựng mô hình hình học và chia lưới phần tử

1. Đặt tên cho bài toán

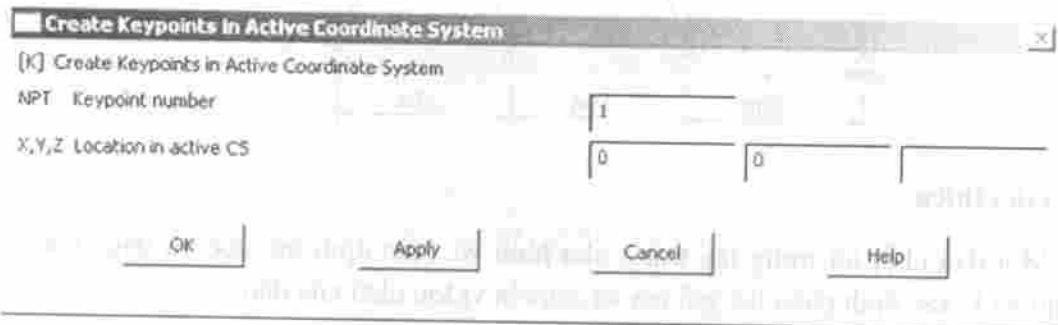
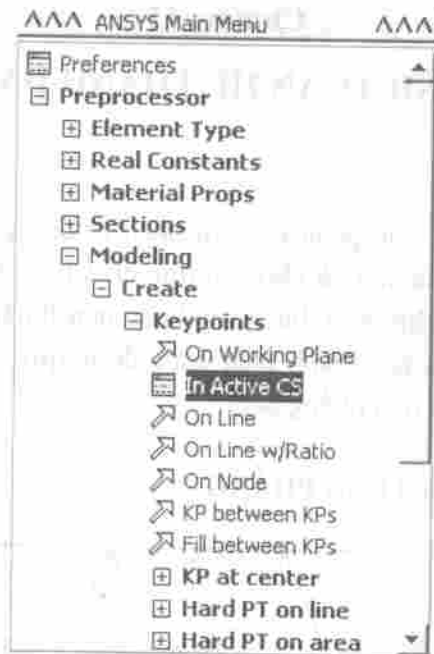
+ Utility menu > File > Change Title:



+ Đặt TITLE = Bai toan dan phang; sau đó [OK].

2. Định nghĩa 7 điểm mới

+ Preprocessor > Modeling > Create > Keypoints > In Active CS



+ Điểm thứ 1; X = 0; Y = 0; sau đó [Apply].

+ Điểm thứ 2; X = 1800; Y = 3118; sau đó [Apply].

+ Điểm thứ 3; X = 3600; Y = 0; sau đó [Apply].

+ Điểm thứ 4; X = 5400; Y = 3118; sau đó [Apply].

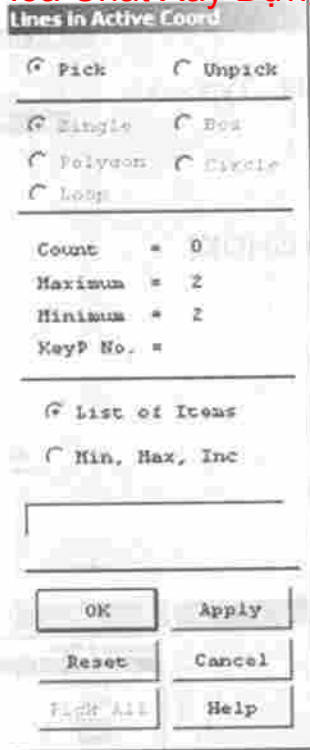
+ Điểm thứ 5; X = 7200; Y = 0; sau đó [Apply].

+ Điểm thứ 6; X = 9000; Y = 3118; sau đó [Apply].

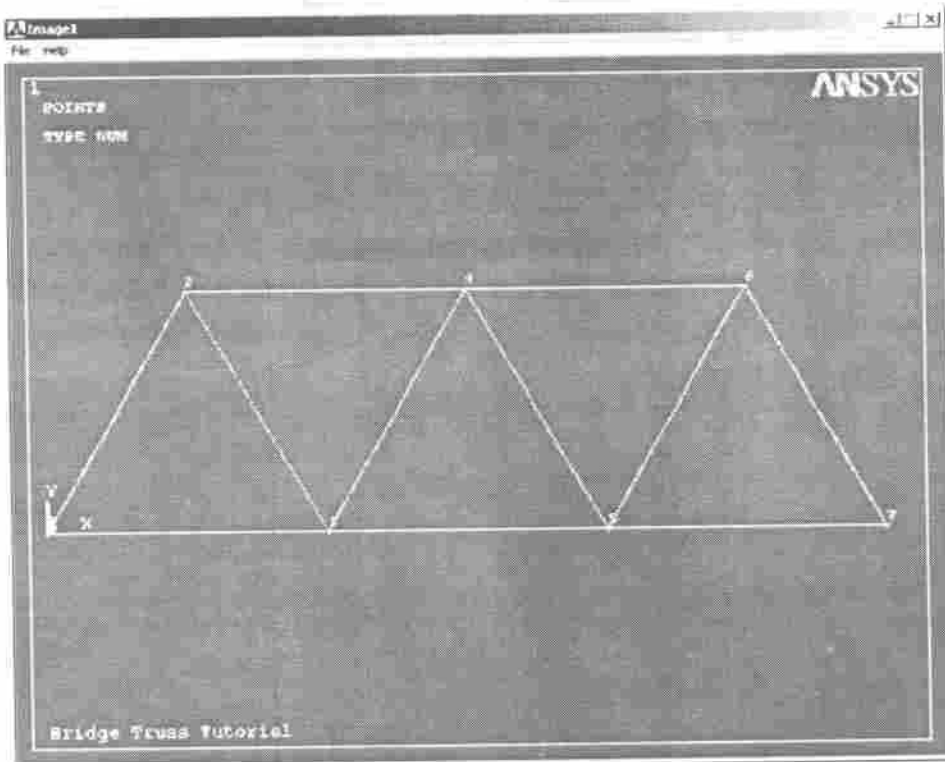
+ Điểm thứ 7; X = 10800; Y = 0; sau đó [OK].

3. Định nghĩa 11 đường mới

+ Preprocessor > Modeling > Create > Lines > Lines > In Active Coord



+ Chọn điểm 1, điểm 2; chọn điểm 2, điểm 4; chọn điểm 4, điểm 6; chọn điểm 6, điểm 7; chọn điểm 7, điểm 5; chọn điểm 5, điểm 3; chọn điểm 3, điểm 1; chọn điểm 2, điểm 3; chọn điểm 3, điểm 4; chọn điểm 4, điểm 5; chọn điểm 5, điểm 6; sau đó [OK].



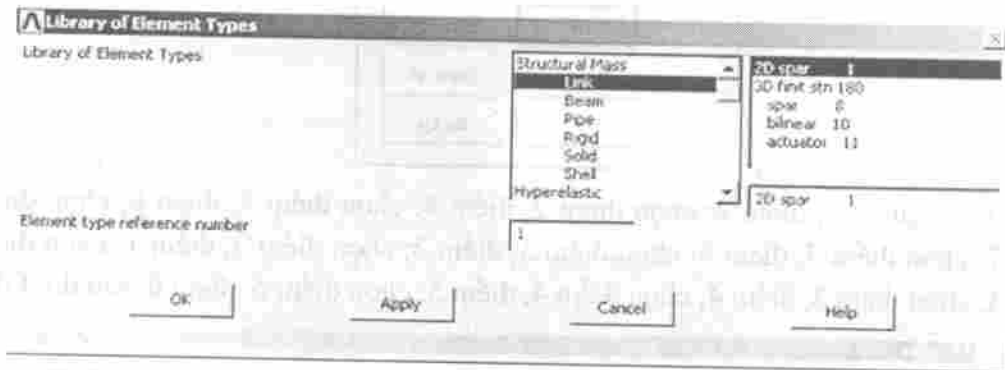
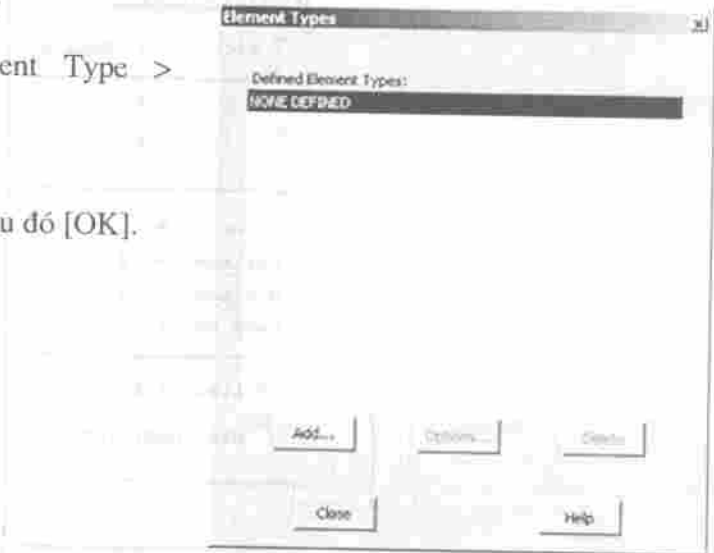
4. Định nghĩa kiểu phần tử

+ Preprocessor > Element Type > Add/Edit/Delete

+ Ấn nút [Add].

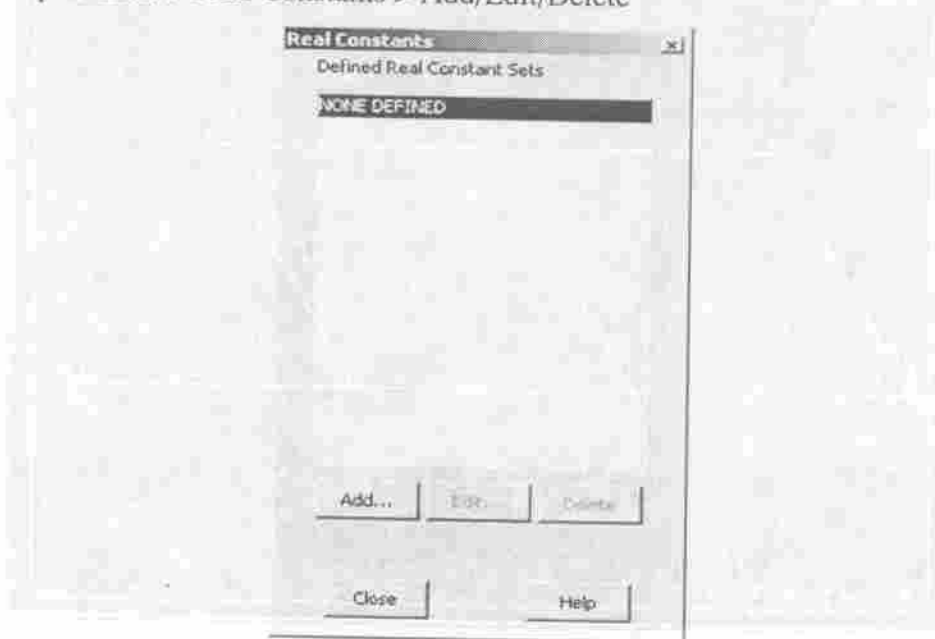
+ Chọn phần tử 2D spar; sau đó [OK].

+ Ấn nút [Close].

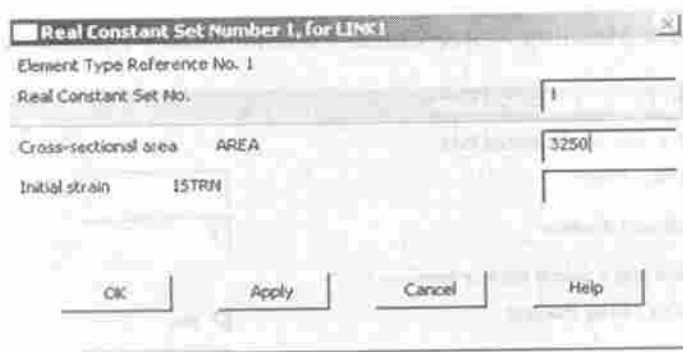


5. Định nghĩa tiết diện mặt cắt ngang thanh dầm

+ Preprocessor > Real Constants > Add/Edit/Delete



+ Ấn nút [Add].

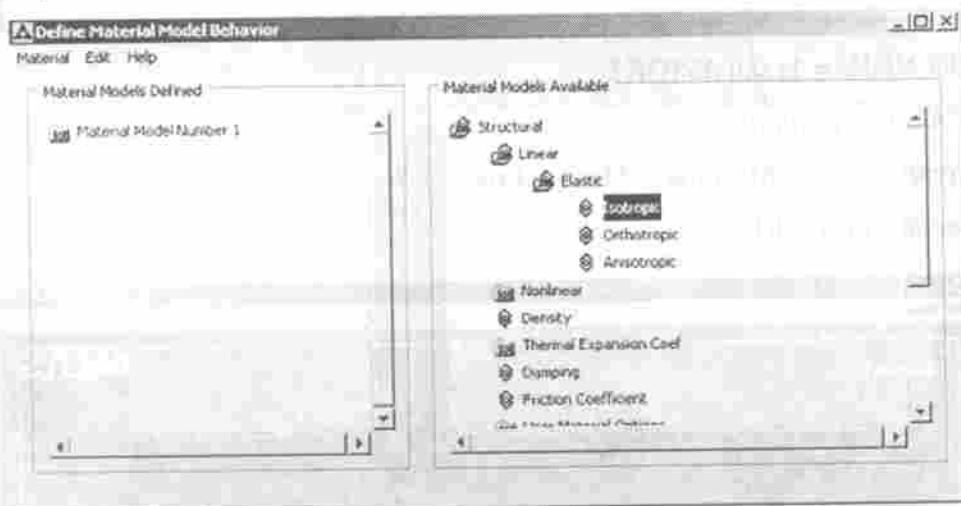


+ Đặt AREA = 3250; sau đó [OK].

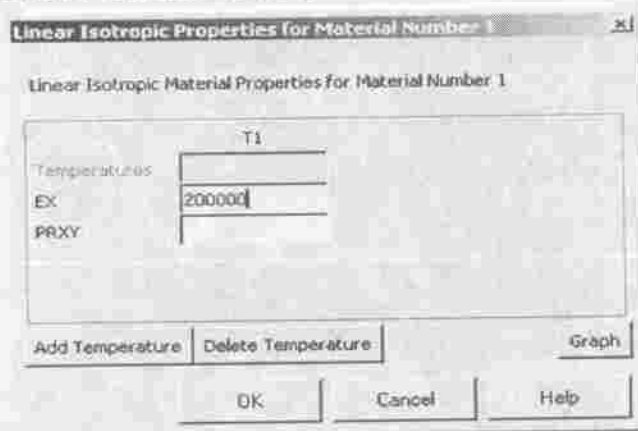
+ Ấn nút [Close].

6. Định nghĩa thuộc tính vật liệu

+ Preprocessor > Material Props > Material Models



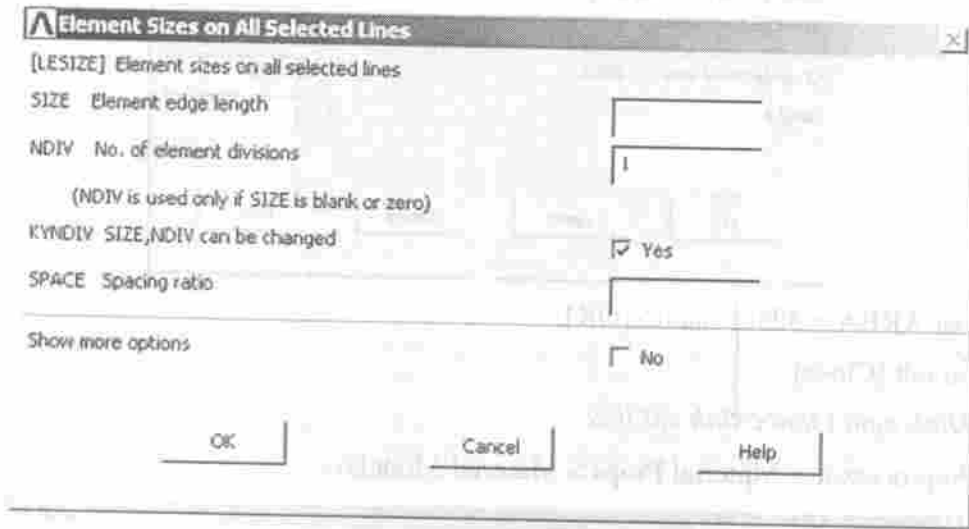
+ Structural > Linear > Elastic > Isotropic



+ Đặt EX = 200000; sau đó [OK].

7. Định nghĩa kích thước phần tử

+ Preprocessor > Meshing > Size Cntrls > ManualSize > Lines > All Lines

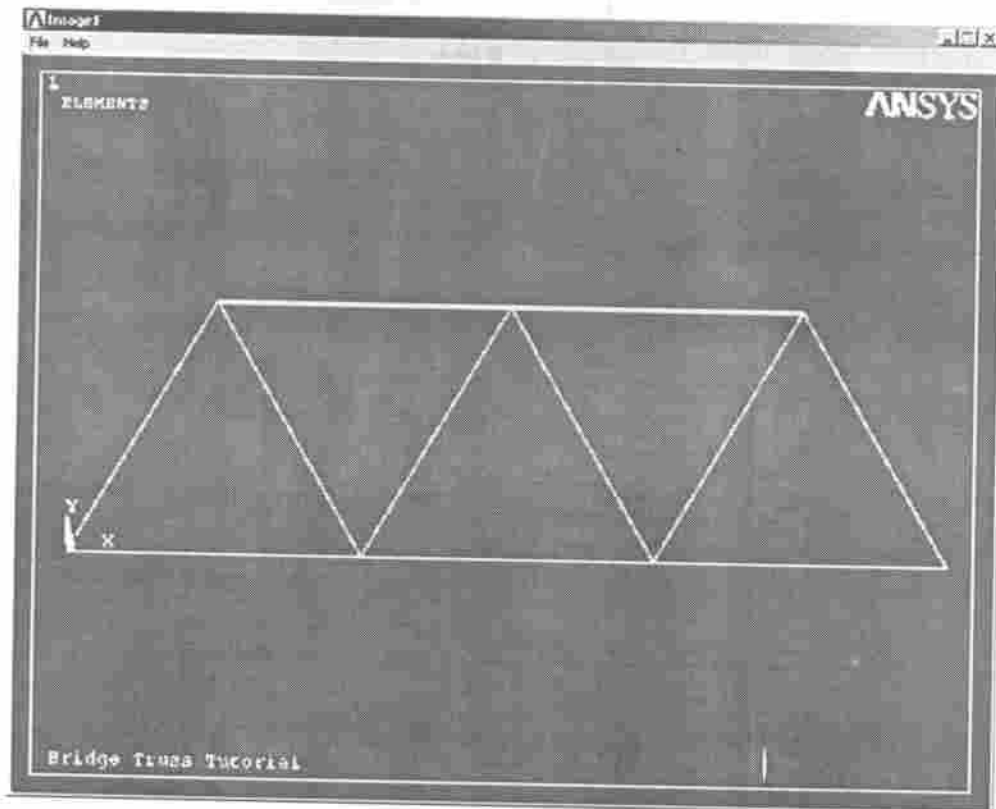


+ Đặt NDIV = 1; sau đó [OK].

8. Chia lưới phần tử

+ Preprocessor > Meshing > Mesh > Lines

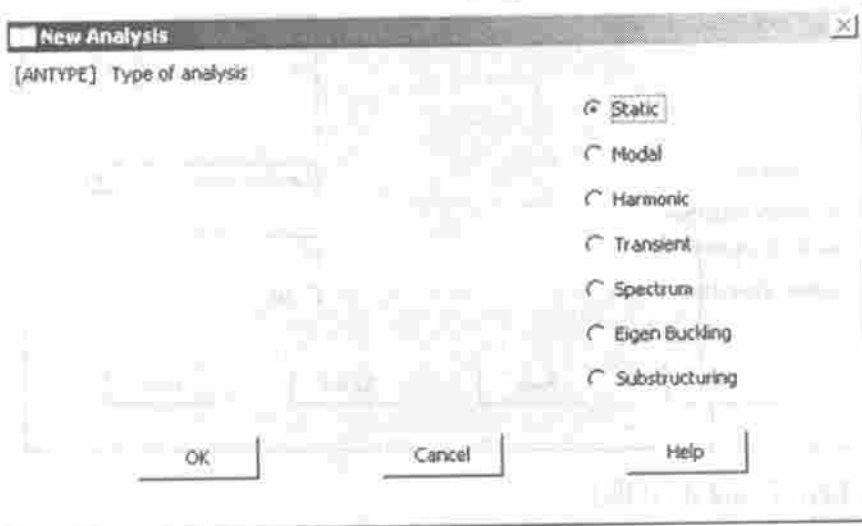
+ Ấn nút [Pick All].



Giai đoạn đặt tải trọng và giải

1. Định nghĩa kiểu phân tử

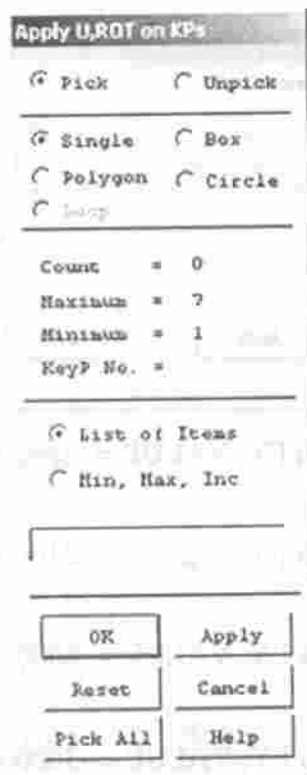
+ Solution > Analysis Type > New Analysis.



+ Chọn kiểu phân tích là 'Static'; sau đó [OK].

2. Hạn chế chuyển vị

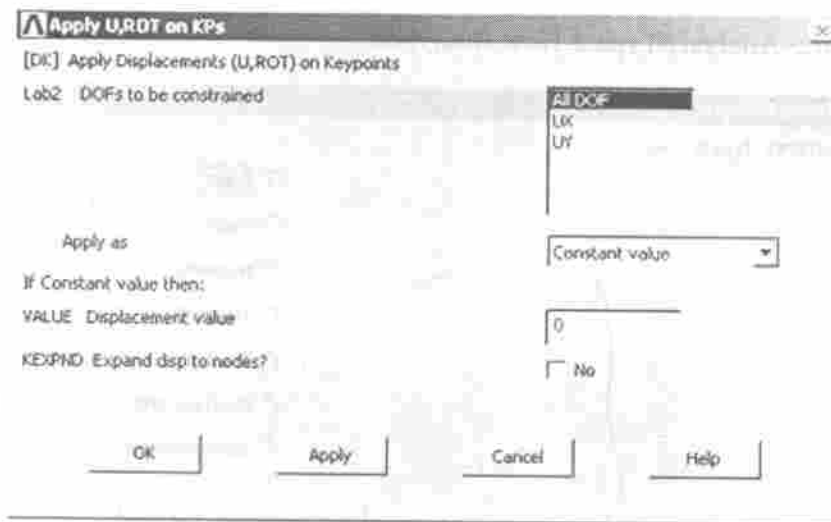
+ Solution > Define Loads > Apply > Structural > Displacement > On Keypoints



Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

+ Chọn điểm 1; sau đó [OK].

+ Đặt All DOF = 0; sau đó [Apply].



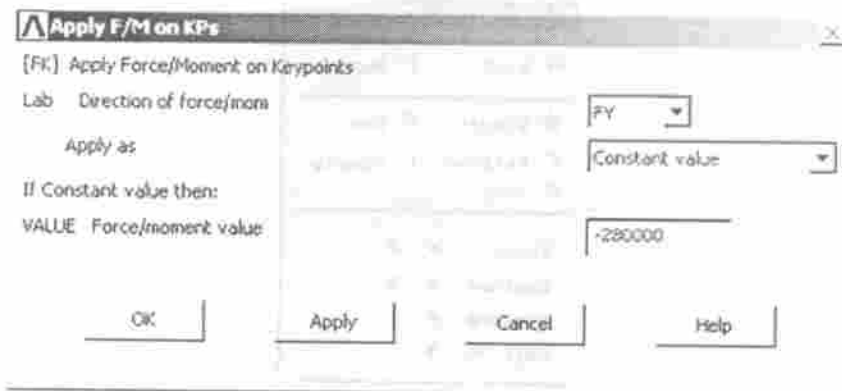
+ Chọn điểm 7; sau đó [OK].

+ Đặt UY = 0; sau đó [OK].

3. Đặt tải

+ Solution > Define Loads > Apply > Structural > Force/Moment > on Keypoints.

+ Chọn điểm 1; sau đó [OK].



+ Chọn hướng của tải trọng là FY, VALUE = -280000; sau đó [Apply].

+ Chọn điểm 3; sau đó [OK].

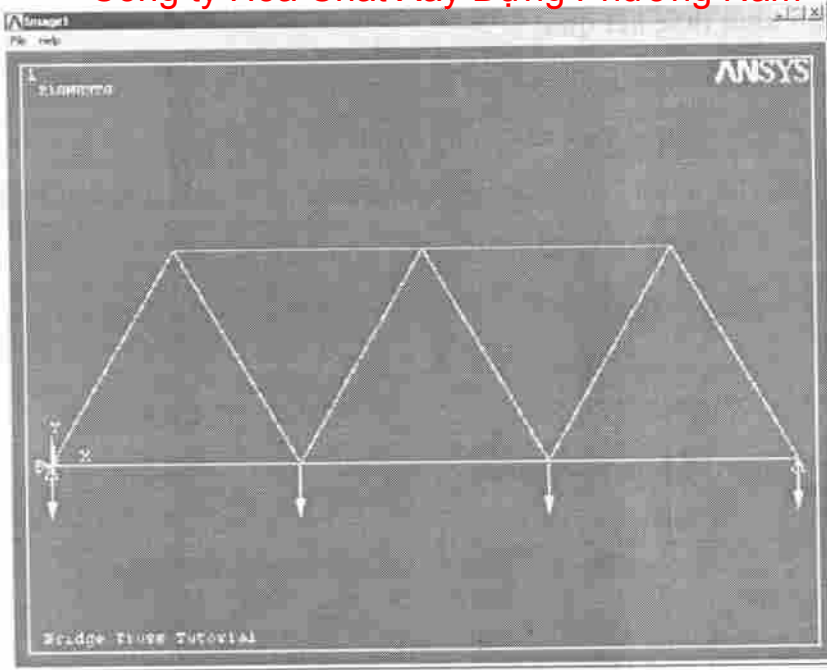
+ Chọn hướng của tải trọng là FY, VALUE = -210000; sau đó [Apply].

+ Chọn điểm 5; sau đó [OK].

+ Chọn hướng của tải trọng là FY, VALUE = -280000; sau đó [Apply].

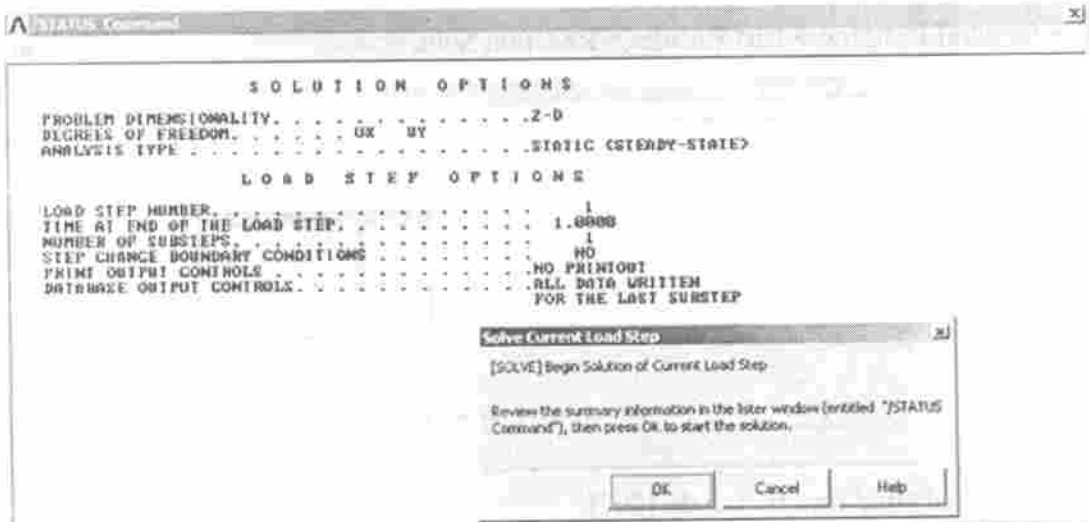
+ Chọn điểm 7; sau đó [OK].

+ Chọn hướng của tải trọng là FY, VALUE = -360000; sau đó [Apply].

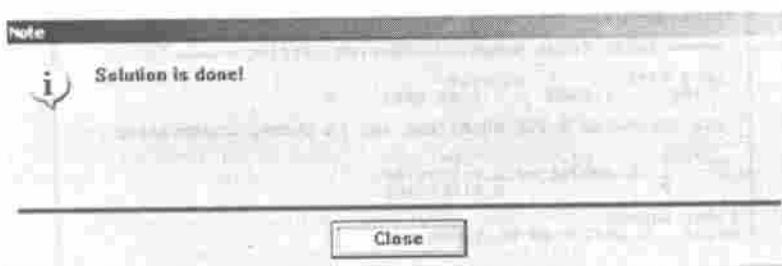


4. Giải

+ Solution > Solve > Current L.S.



+ Ấn [OK]; sau đó [Close].



Giai đoạn khai thác kết quả

1. Giải bài toán dần phẳng bằng tay

Chúng ta tìm lực dọc và ứng suất trong thanh 1.

$$\sum M_1 = 0 - 210\text{kN}(3.6) - 280\text{kN}(7.2\text{m}) - 360\text{kN}(10.8) + F_7(10.8)$$

$$F_1 = \frac{210\text{kN}(3.6) + 280\text{kN}(7.2\text{m}) + 360\text{kN}(10.8\text{m})}{10.8\text{m}}$$

$$\sum F_y = 0 = 280\text{kN} - 210\text{kN} - 280\text{kN} - 360\text{kN} + 617\text{kN} + F_1$$

$$F_1 = 280\text{kN} + 210\text{kN} + 280\text{kN} + 360\text{kN} - 617\text{kN} = 513\text{kN}$$

Element 1 Forces/Stress

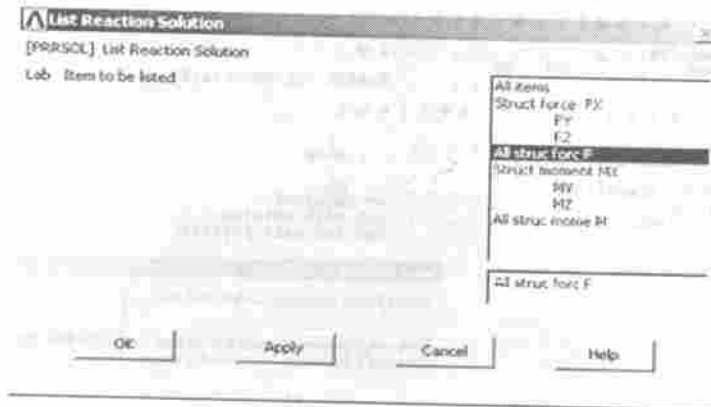
$$F_{E1} = \frac{513\text{kN} - 280\text{kN}}{\cos(30)} = 269\text{kN}$$

$$\sigma_{E1} = \frac{F_{E1}}{A} = \frac{269\text{kN}}{3250\text{mm}^2} = 82.8\text{MPa}$$

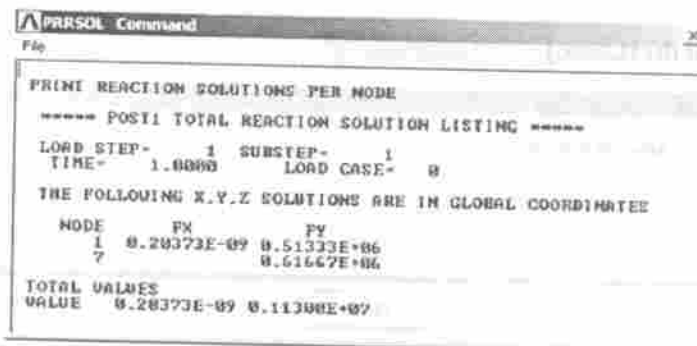
2. Kết quả do Ansys phân tích

Phân lực gối tựa

+ General Postproc > List Results > Reaction Solu.



+ Chọn 'All struc forc F'; sau đó [OK].

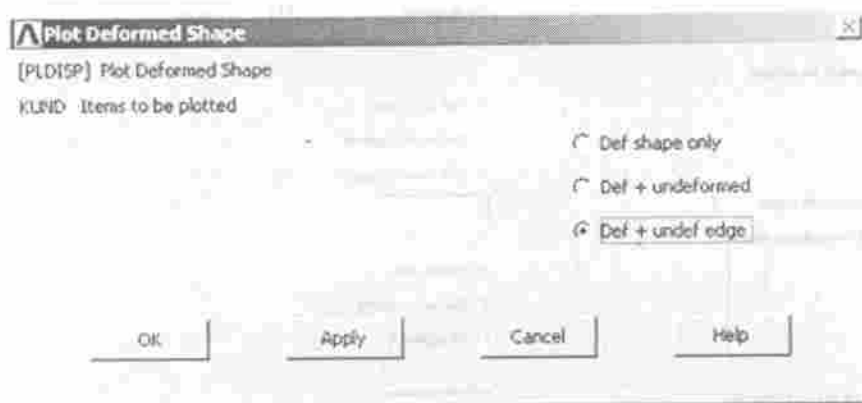


Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

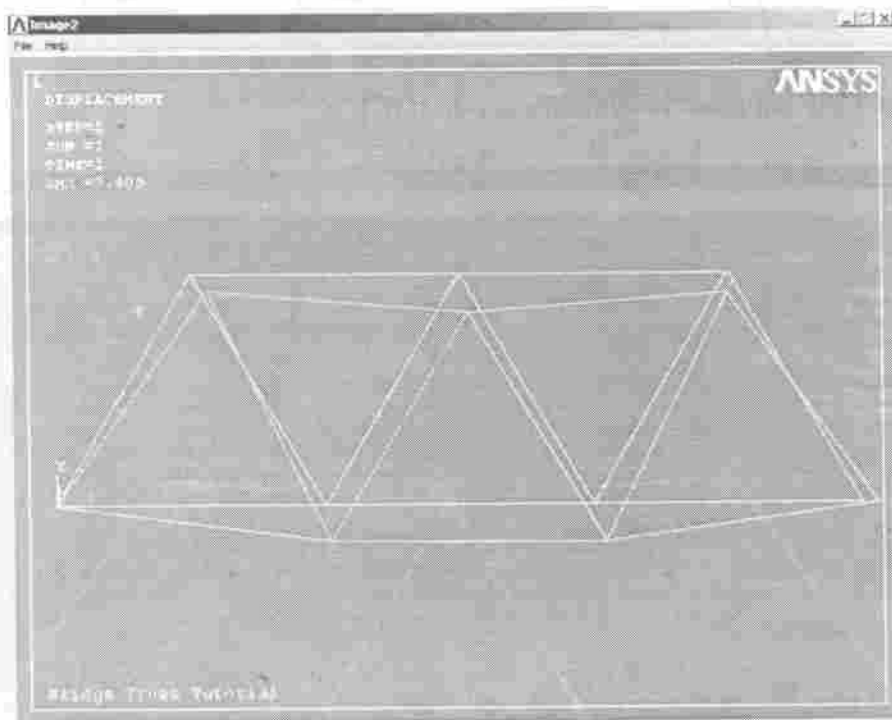
Ta thấy giá trị mà Ansys phân tích giống với kết quả tính bằng tay.

Biến dạng

+ General Postproc > Plot Results > Deformed Shape.



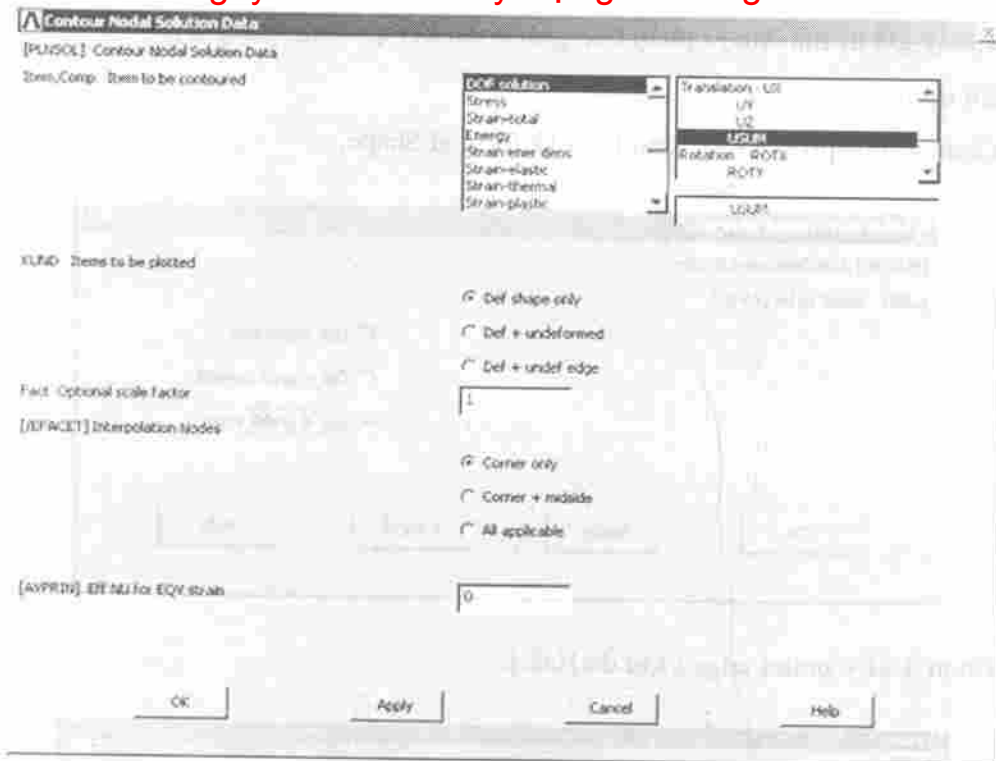
+ Chọn 'Def + undef edge'; sau đó [OK].



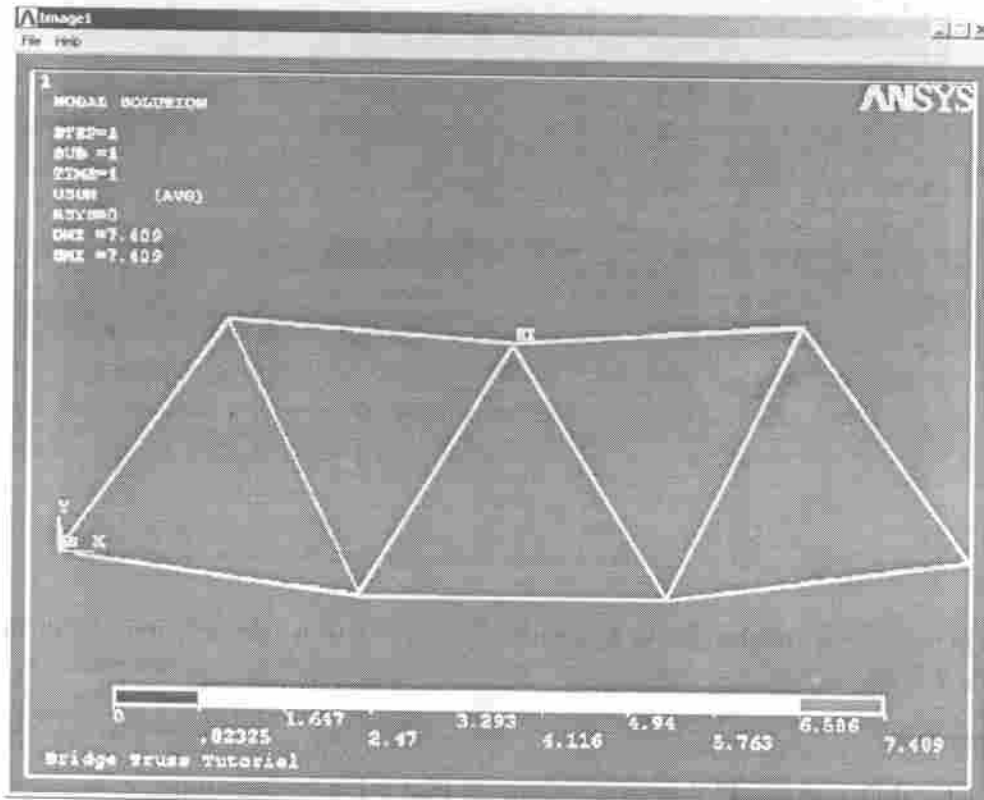
+ Quan sát giá trị chuyển vị lớn nhất ghi ở phía trên bên trái màn hình ta thấy (DMX = 7.409).

Chuyển vị

+ General Postproc > Plot results > Contour Plot > Nodal Solution.

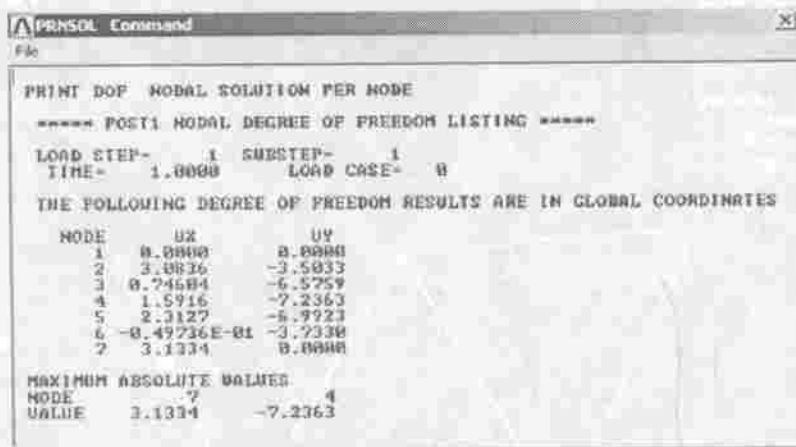


+ Chọn 'DOF solution' và 'USUM'; sau đó [OK].



Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

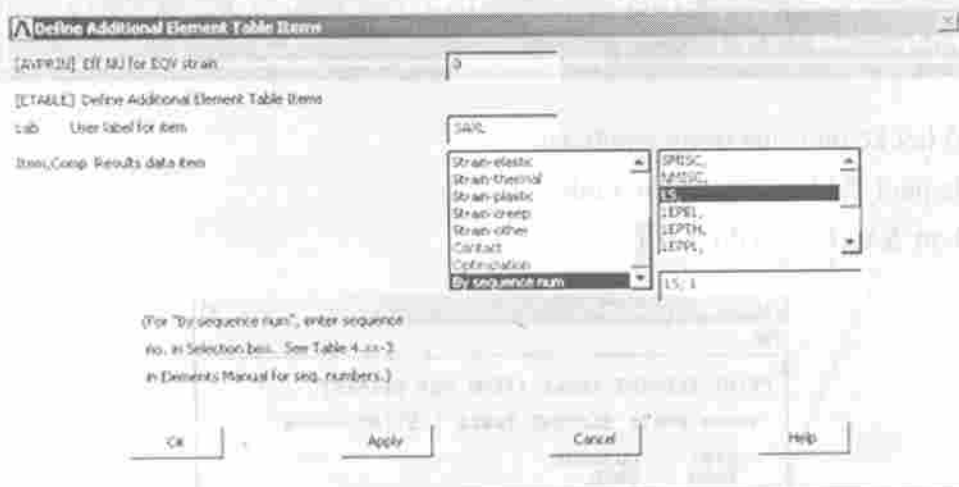
+ Giá trị chuyển vị được liệt kê qua lệnh sau General Postproc > List Results > Nodal Solution chọn 'DOF Solution' và 'ALL DOFs'; sau đó [OK].



Ứng suất dọc trong thanh dầm

+ General Postprocessor > Element Table > Define Table

+ Ấn nút [Add...].

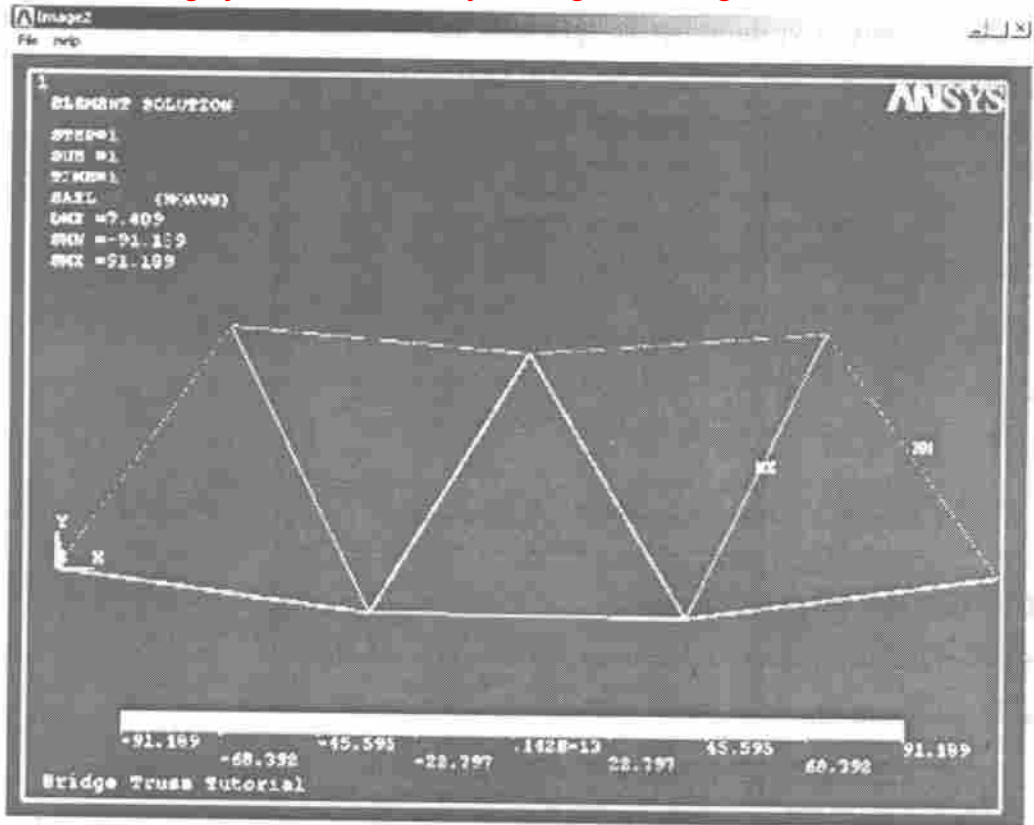


+ Đặt Lab = SAXL; Đặt 'Item,Comp' = LS, 1; sau đó [OK].

+ Element Table > Plot Elem Table

+ Chọn 'SAXL', sau đó [OK].





- + Để liệt kê ứng suất trong thanh dầm
- + Element Table > List Elem Table
- + Chọn 'SAXL'; sau đó [OK].

PRETAB Command

PRINT ELEMENT TABLE ITEMS PER ELEMENT

***** POST1 ELEMENT TABLE LISTING *****

STAT	CURRENT
ELEM	SAXL
1	-82.900
2	41.447
3	82.900
4	-82.893
5	-8.2900
6	87.038
7	8.2900
8	-91.183
9	91.189
10	45.591
11	-91.189

MINIMUM VALUES
ELEM 11
VALUE -91.189

MAXIMUM VALUES
ELEM 9
VALUE 91.189

Ta thấy lực dọc trong thanh 1 là 82.9MPa giống như giá trị tính toán bằng tay.

Nội dung của ví dụ bằng dòng lệnh Command

```
/title, Bai toan gian phang
/PREP7
! Định nghĩa các tham số
height = 3118
width = 3600
! Định nghĩa các điểm mới
K,1, 0, 0
K,2, width/2,height
K,3, width, 0
K,4, 3*width/2, height
K,5, 2*width, 0
K,6, 5*width/2, height
K,7, 3*width, 0
! Định nghĩa đường
L,1,2
L,1,3
L,2,3
L,2,4
L,3,4
L,3,5
L,4,5
L,4,6
L,5,6
L,5,7
L,6,7
! Định nghĩa phần tử
ET,1,LINK1 ! Loại phần tử
R,1,3250 ! Định nghĩa hằng số, diện tích mặt cắt ngang: 3200 mm^2
MP,EX,1,200e3 ! Định nghĩa vật liệu
LESIZE,ALL, , ,1,1,1
LMESH,all ! Chia lưới phần tử
FINISH
/SOLU
! Hạn chế chuyển vị
DK,1,ALL,0
```

DK,7,UY,0

! Đặt tải

FK,1,FY,-280e3

FK,3,FY,-210e3

FK,5,FY,-280e3

FK,7,FY,-360e3

SOLVE ! giải

FINISH

/POST1

PRRSOL,F ! Liệt kê phản lực

PLDISP,2 ! Vẽ biến dạng của dàn

PLNSOL,U,SUM,0,1

ETABLE,SAXL,LS, 1

PRETAB,SAXL

PLETAB,SAXL,NOAV ! Vẽ biểu đồ lực dọc

VÍ DỤ 11.2 BÀI TOÁN XÁC ĐỊNH ĐỘ VÔNG CỦA THANH

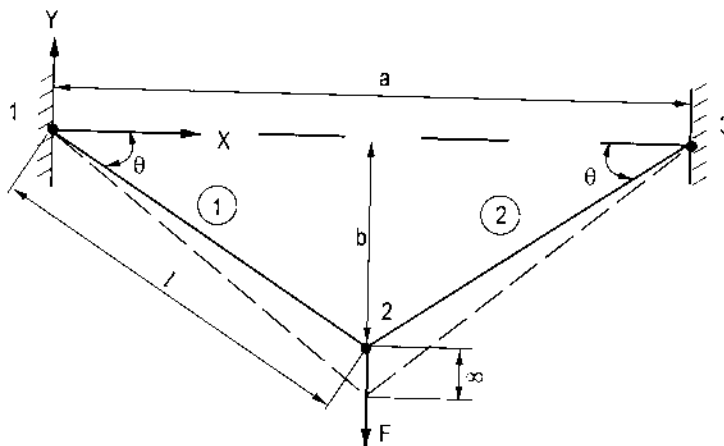
Giới thiệu

Cho hệ thanh xiên chịu tải trọng tập trung $F = 5000\text{lb}$ tại vị trí như hình vẽ. Xác định độ võng tại điểm 2 và ứng suất trong thanh.

Biết $I = 15 \times 12$ inch;

Diện tích mặt cắt ngang của thanh $A = 0.05$ in² ; góc $\theta = 30^\circ$.

$a = 2l \cos\theta = 311.7692$; $b = l \sin\theta = 90$ in; $E = 30 \times 10^6$ psi.



Giai đoạn xây dựng mô hình hình học và chia lưới phần tử

1. Đặt kiểu phân tích

- + Main Menu > Preference...
- + Chọn “Structural”; sau đó [OK].

2. Đặt tên cho bài toán

- + Utility Menu > File > Change Title ...
- + Đặt TITLE = Bài toán xác định chuyển vị thanh; sau đó [OK].

3. Định nghĩa 3 điểm mới

- + Preprocessor > Modeling > Create > Keypoints > In Active CS
- + Đặt điểm thứ nhất 1, X = 0; Y = 0; sau đó [Apply].
- + Đặt điểm thứ hai 2, X = 155.8846; Y = -90; sau đó [Apply].
- + Đặt điểm thứ ba 3, X = 311.7692; Y = 0; sau đó [OK].

4. Định nghĩa 2 đường mới

- + Preprocessor > Modeling > Create > Lines > Lines > Straight Line
- + Chọn điểm thứ nhất 1, điểm thứ hai 2; điểm 2, điểm 3; sau đó [OK].

5. Định nghĩa loại phần tử

- + Preprocessor > Element Type > Add/Edit/Delete...
- + Chọn nút [Add...] chọn phần tử LINK1; sau đó [OK]. Để giải bài toán này chúng ta sử dụng phần tử LINK1. Phần tử này có 2 bậc tự do (2 chuyển vị dọc theo phương X và Y).

6. Định nghĩa diện tích mặt cắt ngang

- + Preprocessor > Real Constants... > Add...
- + Chọn nút [Add...], nút [OK].
- + Đặt AREA = 0.05.

7. Định nghĩa thuộc tính vật liệu

- + Preprocessor > Material Props > Material Models > Structural > Linear > Elastic > Isotropic
- + Đặt EX = 30×10^6 (môđun đàn hồi của thép), PRXY = 0.3 (hệ số Poisson); sau đó [OK].

8. Đặt kích thước lưới

- + Preprocessor > Meshing > Size Cntrls > ManualSize > Lines > All Lines...
- + Đặt NDIV = 1; sau đó [OK].

9. Chia lưới phần tử

- + Preprocessor > Meshing > Mesh > Lines > ấn nút [Pick All]

10. Bật chỉ số và hiển thị phân tử

- + Utility Menu > Plot > Elements
- + Utility Menu > PlotCtrls > Numbering ...
- + Chọn “Element numbers”; sau đó [OK].

Giai đoạn đặt tải trọng và giải

1. Chọn kiểu phân tích

- + Solution > Analysis Type > New Analysis...
- + Chọn “Static”; sau đó [OK].

2. Đặt hạn chế chuyển vị

- + Solution > Define Loads > Apply > Structural > Displacement > On Keypoints
- + Chọn điểm 1, 3; sau đó [OK].
- + Đặt All DOF = 0; sau đó [OK].

3. Đặt tải trọng

- + Select Solution > Define Loads > Apply > Structural > Force/Momen > Keypoints
- + Chọn điểm 2; sau đó [OK].
- + Đặt FY = -5000; sau đó [OK].

4. Giải

- + Solution > Solve > Current LS
- + Ấn nút [OK].

Giai đoạn khai thác kết quả

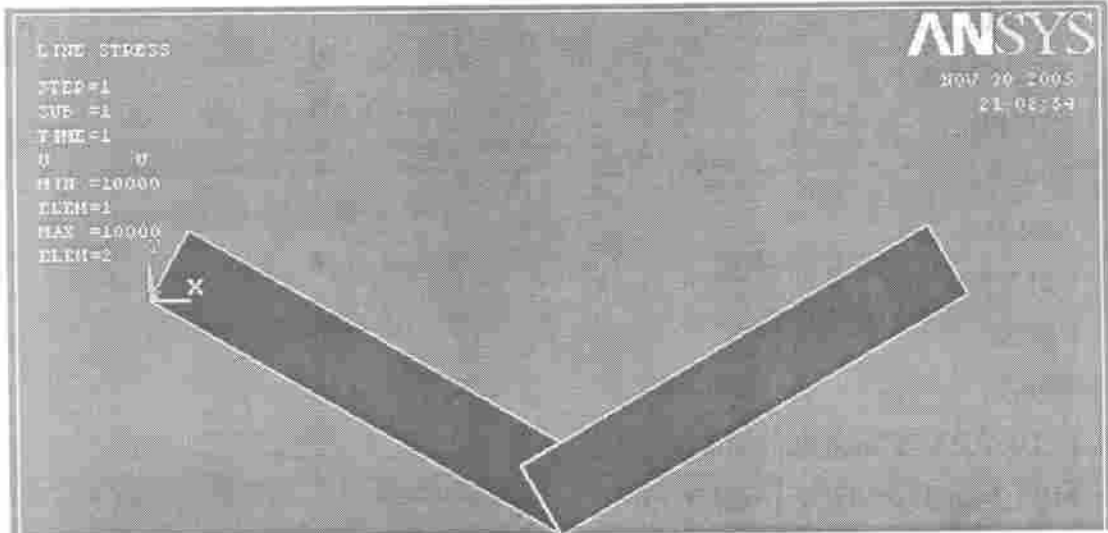
1. Xác định độ võng tải điểm 2

- + General Postproc > Plot Results > Deformed Shape
- + Chọn Def + undeformed; sau đó [OK].

Ta thấy độ võng tại điểm 2 là 0.12.

2. Xác định ứng suất trong thanh

- + General Postproc > Element Table > Define Table
- + Ấn nút [Add...].
- + Đặt Lab = SAXL; Item, Comp = LS, 1; sau đó [OK].
- + Ấn nút [Close].
- + General Postproc > Plot Results > Contour Plot > Line Elem Res...
- + Đặt LabI = SAXL và LabJ = SAXL; sau đó [OK].



Ta thấy giá trị ứng suất trong thanh là 10000psi.

Lưu trữ và thoát khỏi Ansys

- + Chọn nút [Save_DB] trên thanh công cụ.
- + Chọn nút [Quit] trên thanh công cụ.
- + Chọn "Quit – Nosave!"; sau đó [OK].

Nội dung của ví dụ bằng dòng lệnh Command

```
/PREP7  
/TITLE, Bài toán xác định độ võng thanh  
L = 15*12 ! Chiều dài của thanh  
*AFUN,DEG  
THETA = 30  
A = 2*L*COS(THETA)  
B = L*SIN(THETA)  
ET,1,LINK1  
R,1,.5  
MP,EX,1,30E6  
N,1  
N,2,A/2,-B  
N,3,A  
E,1,2  
E,2,3
```

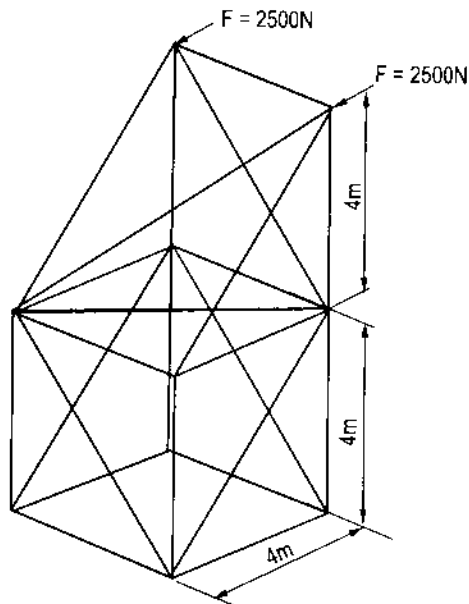
```
D,1,ALL,,3,2
F,2,FY,-5000
OUTPR,,1
FINISH
/SOLU
SOLVE
FINISH
/POST1
PLDISP,2 ! Vẽ biến dạng của dàn
MID_NODE = NODE (A/2,-B,0)
LEFT_EL = ENEARN (MID_NODE)
ETABLE,STRS,LS,1
FINISH
```

VÍ DỤ 11.3. GIẢI BÀI TOÁN DÀN 3D

Giới thiệu

Xác định chuyển vị của hệ dàn 3D chịu tải trọng tập trung $F_1 = F_2 = 2500\text{N}$ tại vị trí như hình vẽ.

Biết diện tích mặt cắt ngang của các thanh dàn $A = 1.56 \times 10^{-3} \text{ m}^2$; $E = 75 \text{ GPa}$.



Giai đoạn xây dựng mô hình hình học và chia lưới phần tử

1. Đặt tên cho bài toán

+ Utility menu > File > Change Title:

+ Đặt TITLE = Bài toán đàn 3D; sau đó [OK].

2. Định nghĩa 10 điểm mới

+ Preprocessor > Modeling > Create > Keypoints > In Active CS

+ Điểm thứ 1; X = 0; Y = 0; sau đó [Apply].

+ Điểm thứ 2; X = 4; Y = 0; Z = 0; sau đó [Apply].

+ Điểm thứ 3; X = 4; Y = 0; Z = 4; sau đó [Apply].

+ Điểm thứ 4; X = 0; Y = 0; Z = 4; sau đó [Apply].

+ Điểm thứ 5; X = 0; Y = 4; Z = 0; sau đó [Apply].

+ Điểm thứ 6; X = 4; Y = 4; Z = 0; sau đó [Apply].

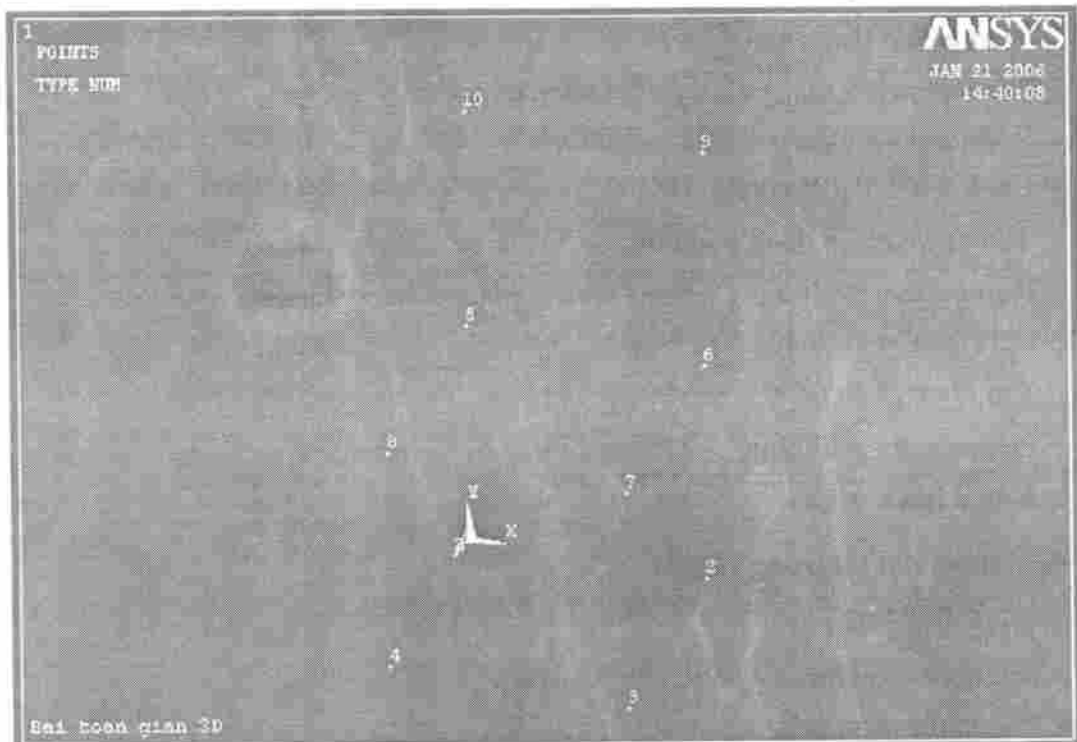
+ Điểm thứ 7; X = 4; Y = 4; Z = 4; sau đó [Apply].

+ Điểm thứ 8; X = 0; Y = 4; Z = 4; sau đó [Apply].

+ Điểm thứ 9; X = 4; Y = 8; Z = 0; sau đó [Apply].

+ Điểm thứ 10; X = 0; Y = 8; Z = 0; sau đó [OK].

+ Chuyển chế độ nhìn sang Oblique View bằng cách nhấn vào icon



Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

3. Định nghĩa 25 đường mới

+ Preprocessor > Modeling > Create > Lines > Lines > In Active Coord

+ Chọn điểm 1, điểm 2; điểm 2, điểm 6; chọn điểm 6, điểm 9; chọn điểm 9, điểm 10; chọn điểm 10, điểm 5; chọn điểm 5, điểm 1; chọn điểm 2, điểm 5; chọn điểm 5, điểm 6; chọn điểm 6, điểm 10; chọn điểm 4, điểm 3; chọn điểm 3, điểm 7; chọn điểm 7, điểm 8; chọn điểm 8, điểm 4; chọn điểm 3, điểm 8; chọn điểm 3, điểm 2; chọn điểm 1, điểm 4; chọn điểm 6, điểm 7; chọn điểm 5, điểm 6; chọn điểm 3, điểm 6; chọn điểm 4, điểm 5; chọn điểm 6, điểm 8; chọn điểm 7, điểm 9; chọn điểm 8, điểm 10; chọn điểm 8, điểm 9; sau đó [OK].

4. Định nghĩa kiểu phần tử

+ Preprocessor > Element Type > Add/Edit/Delete

+ Ấn nút [Add].

+ Chọn phần tử spar8 (LINK8); sau đó [OK].

+ Ấn nút [Close].

5. Định nghĩa diện tích mặt cắt ngang thanh dầm

+ Preprocessor > Real Constants > Add/Edit/Delete

+ Ấn nút [Add].

+ Đặt AREA = 1.56E-3; sau đó [OK].

+ Ấn nút [Close].

6. Định nghĩa thuộc tính vật liệu

+ Preprocessor > Material Props > Material Models

+ Structural > Linear > Elastic > Isotropic

+ Đặt EX = 7.5E10; sau đó [OK].

7. Định nghĩa kích thước phần tử

+ Preprocessor > Meshing > Size Cntrl > ManualSize > Lines > All Lines

+ Đặt NDIV = 1; sau đó [OK].

8. Chia lưới phần tử

+ Preprocessor > Meshing > Mesh > Lines

+ Ấn nút [Pick All].

Giai đoạn đặt tải trọng và giải.

1. Định nghĩa kiểu phân tử

+ Solution > Analysis Type > New Analysis.

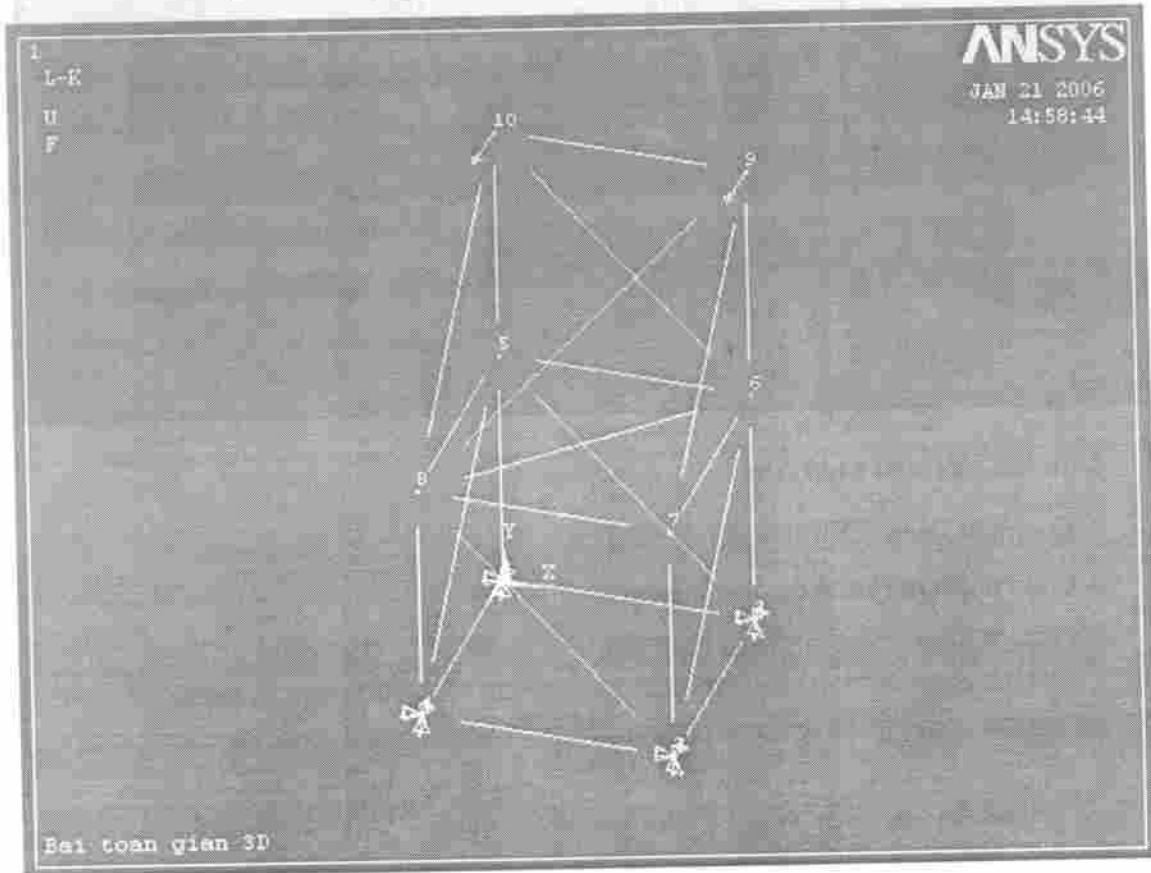
+ Chọn kiểu phân tích là 'Static'; sau đó [OK].

2. Hạn chế chuyển vị

- + Solution > Define Loads > Apply > Structural > Displacement > On Keypoints
- + Chọn điểm 1, 2, 3, 4; sau đó [OK].
- + Đặt All DOF = 0; sau đó [OK].

3. Đặt tải

- + Solution > Define Loads > Apply > Structural > Force/Moment > on Keypoints.
- + Chọn điểm 9, 10; sau đó [OK].
- + Chọn hướng của tải trọng là FY, VALUE = -360000; sau đó [Apply].



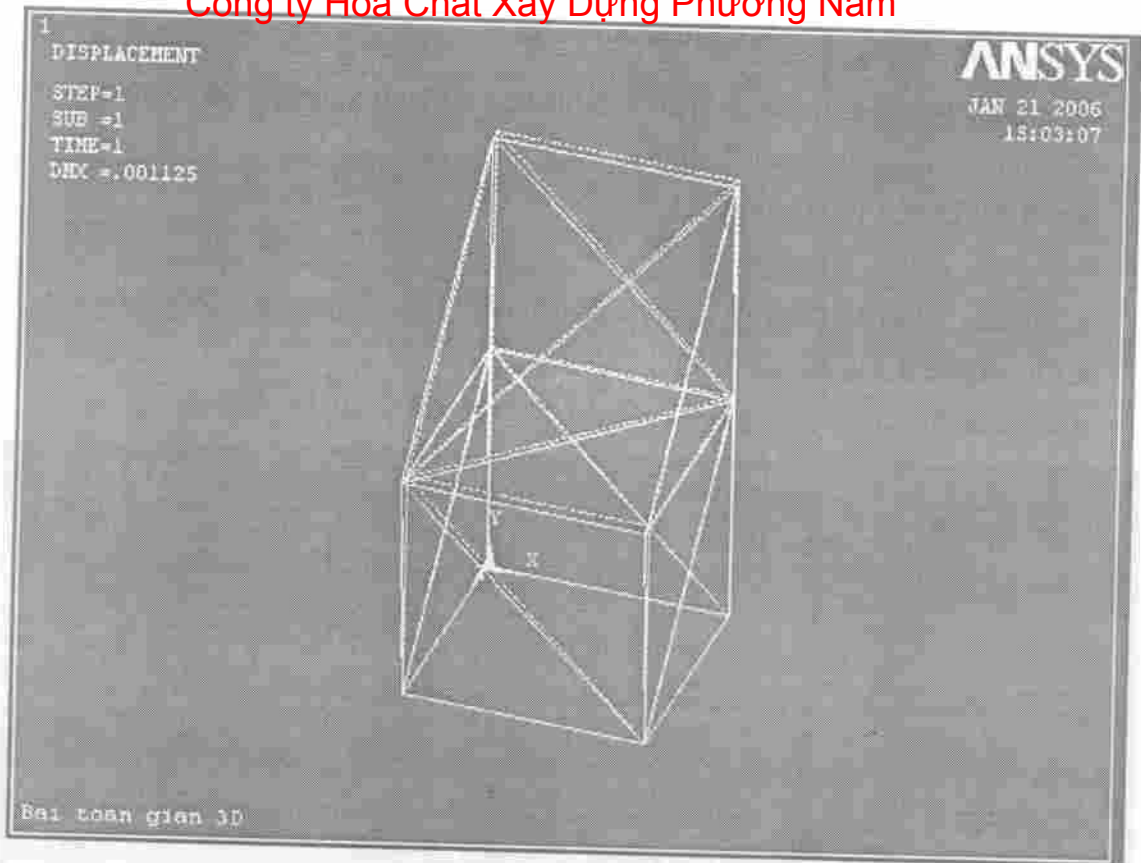
4. Giải

- + Solution > Solve > Current LS.
- + Ấn [OK]; sau đó [Close].

Giai đoạn khai thác kết quả

Vẽ chuyển vị của dàn

- + General Postproc > Plot Results > Deformed Shape.
- + Chọn 'Def + undef edge'; sau đó [OK].



Lưu trữ và thoát khỏi Ansys

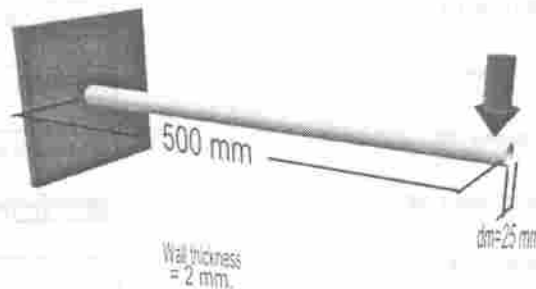
- + Chọn nút [Save_DB] trên thanh công cụ.
- + Chọn nút [Quit] trên thanh công cụ.
- + Chọn "Quit – Nosave!"; sau đó [OK].

Chương 12

TÍNH TOÁN DẦM

Dầm là một loại cấu kiện cơ bản trong kết cấu xây dựng. Về mặt chịu lực thì dầm chủ yếu chịu uốn. Ưu điểm nổi bật của dầm là cấu tạo đơn giản, chi phí cho việc chế tạo dầm không lớn. Chính vì những lý do đó dầm được sử dụng rất phổ biến. Trong xây dựng cơ bản, dầm được làm: dầm mái nhà, dầm sàn nhà ở, dầm các loại sàn công tác, dầm cầu, dầm cầu trục, dầm trong các cửa van của các công trình thủy công và thủy điện... Dưới tác dụng của tải trọng trong dầm phát sinh mô men uốn, lực cắt và lực dọc.

VÍ DỤ 12.1. BÀI TOÁN KẾT CẤU DẦM CÔNG XON CHỊU TẢI TRỌNG TẬP TRUNG



Giai đoạn xây dựng mô hình hình học và chia lưới phần tử

1. Đặt tên cho bài toán

+ Utility Menu > File > Change Title

+ Đặt TITLE = Bài toán dầm côngxon; sau đó [OK].

2. Định nghĩa 2 điểm mới

+ Preprocessor > Modeling > Create > Keypoints > In Active CS

+ Điểm thứ nhất 1, X = 0; Y = 0; sau đó [Apply].

+ Điểm thứ hai 2, X = 500; Y = 0; sau đó [OK].

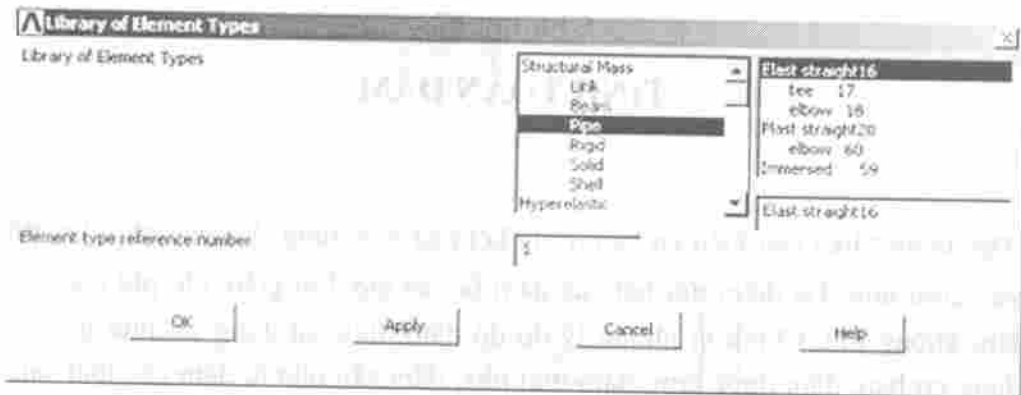
3. Định nghĩa 1 đường mới

+ Preprocessor > Modeling > Create > Lines > Lines > Straight Line.

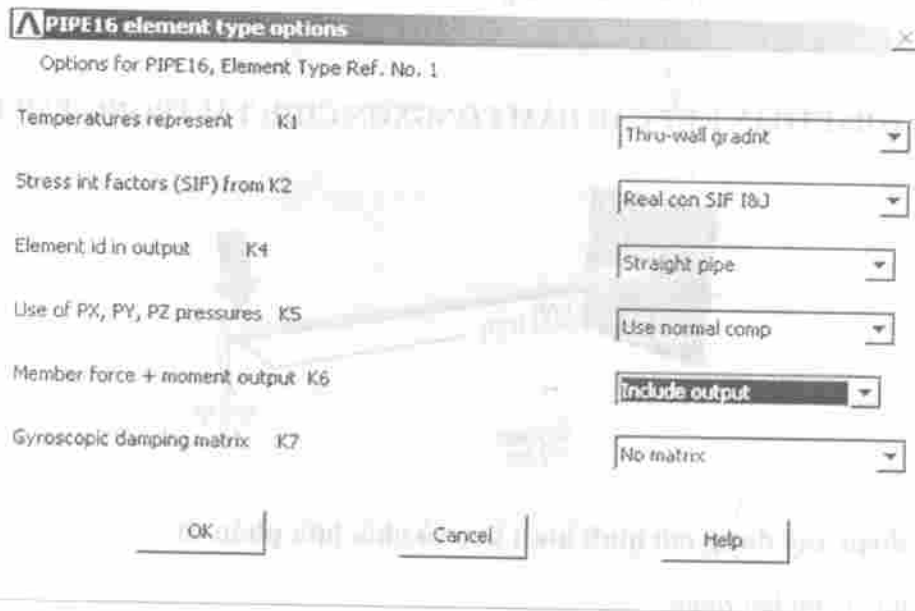
+ Chọn điểm 1, điểm 2; sau đó [OK].

4. Định nghĩa loại phần tử

+ Preprocessor > Element Type > Add/Edit/Delete... + ấn nút [Add...].



+ Chọn phần tử PIPE16.



+ Chọn phần tử PIPE16; sau đó [OK].

+ Ấn nút [Option...].

+ Đặt Member force + moment output K6 = Include output; sau đó [OK].

+ Ấn nút [Close].

5. Định nghĩa đường kính và chiều dày ống

+ Preprocessor > Real Constants > Add/Edit/Delete...

+ Ấn nút [Add...]; sau đó [OK].

+ Đặt OD = 25 (đường kính ngoài); THKWALL = 2; sau đó [OK].

+ Ấn nút [Close].

6. Định nghĩa thuộc tính vật liệu

- + Preprocessor > Material Props > Material Models...
- + Ấn nút Structural > Linear > Elastic > Isotropic
- + Đặt EX = 70000; PRXY = 0.33; sau đó [OK].

7. Đặt kích thước lưới

- + Preprocessor > Meshing > Size Cntrls > ManualSize > Lines > All Lines
- + Đặt SIZE = 20; sau đó [OK].

8. Chia lưới phần tử

- + Preprocessor > Meshing > Mesh > Lines
- + Ấn nút [Pick All].

Giai đoạn đặt tải trọng và giải

1. Định nghĩa kiểu phân tích

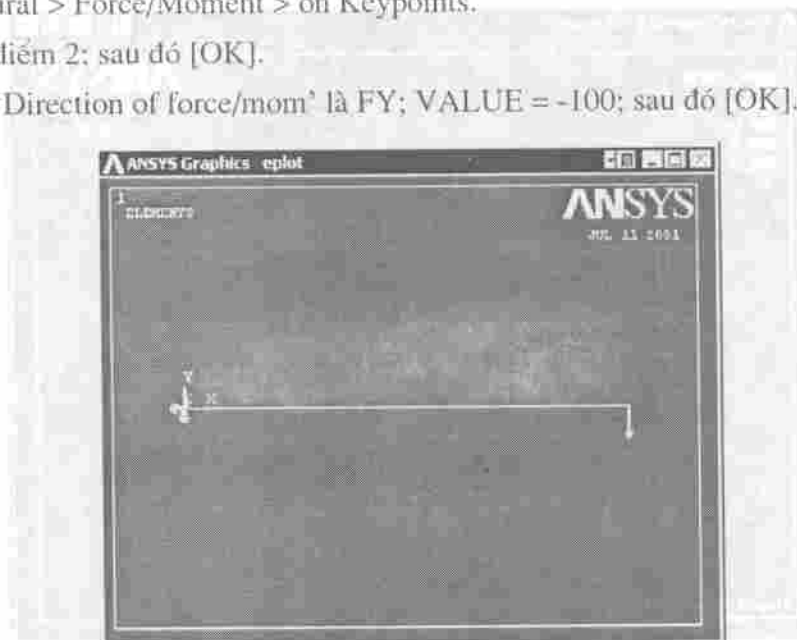
- + Solution > Analysis Type > New Analysis
- + Chọn 'Static'; sau đó [OK].

2. Hạn chế chuyển vị

- + Solution > Define Loads > Apply > Structural > Displacement > On Keypoints
- + Chọn điểm 1; sau đó [OK].
- + Đặt All DOF = 0; sau đó [OK].

3. Đặt tải trọng lên dầm

- + Structural > Force/Moment > on Keypoints.
- + Chọn điểm 2; sau đó [OK].
- + Chọn 'Direction of force/mom' là FY; VALUE = -100; sau đó [OK].



4. Giải

+ Solution > Solve > Current LS.

+ Ấn nút [OK].

Giai đoạn khai thác kết quả

1. Trường hợp giải bài toán trên bằng tay

Độ võng:

$$y = \frac{PL^3}{3EI} = \frac{(100N)(500mm)^3}{3(70000MPa) \left(\frac{1}{4} \pi (12.5mm)^4 - (10.5mm)^4 \right)} = 6.18mm$$

- Độ võng lớn nhất tại đầu dầm côngxon là 6.2mm.

Ứng suất:

$$\sigma_{bend} = \frac{My}{I} = \frac{(100N)(500mm)}{\left(\frac{1}{4} \pi (12.5mm)^4 - (10.5mm)^4 \right)} = 64.9MPa$$

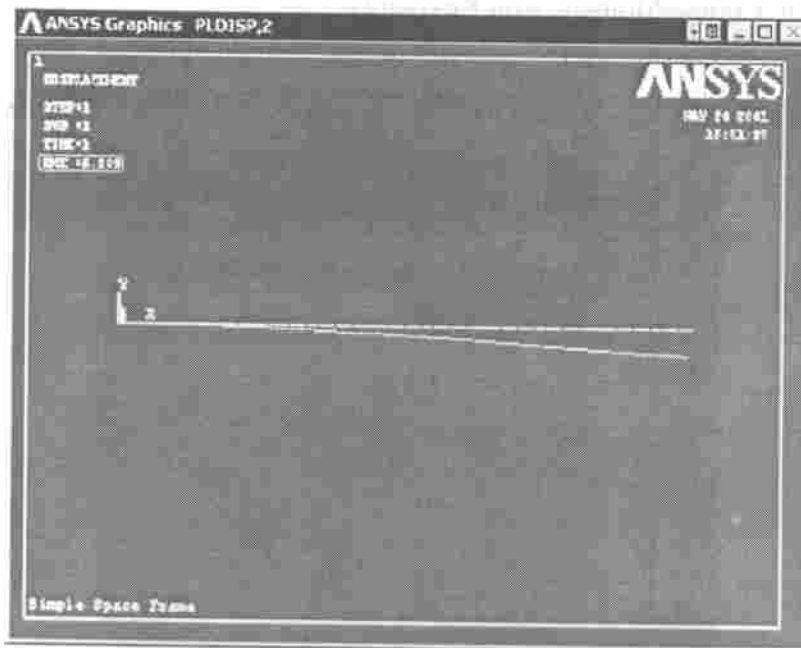
- Ứng suất lớn nhất tại ngàm là 64.9MPa.

2. Kết quả do ANSYS phân tích

Độ võng

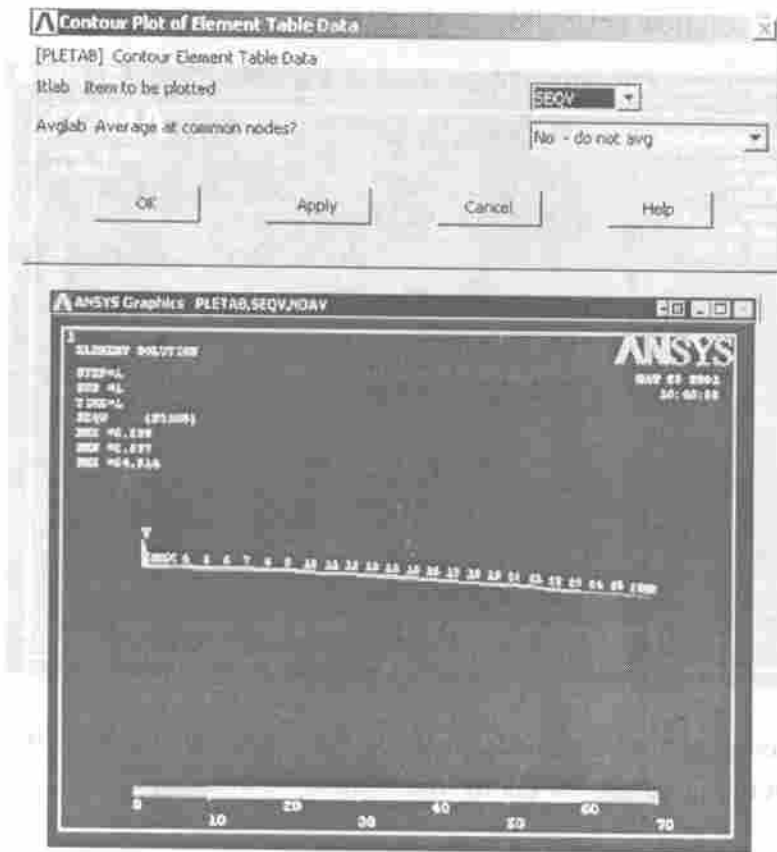
+ General Postproc > Plot Results > Deformed Shape.

+ Chọn 'Def + undef edge'; sau đó [OK].



+ General Postprocessor > Element Table > Plot Elem Table...

+ Ấn nút [OK].

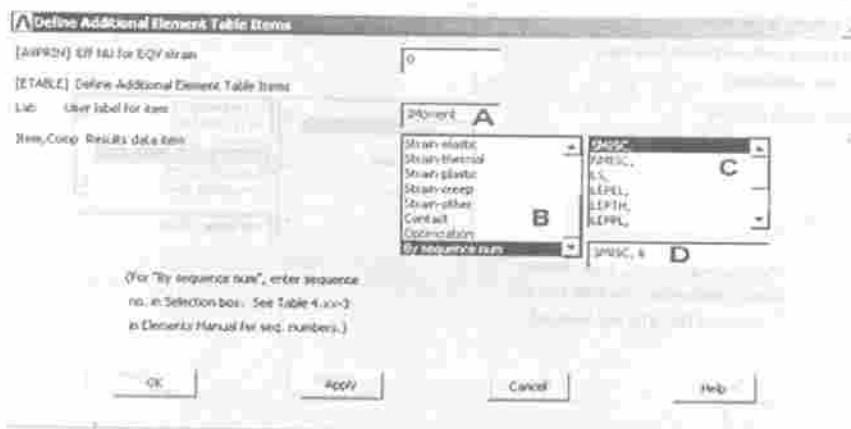


Quan sát trên màn hình ở góc trái phía trên cho ta thấy giá trị ứng suất lớn nhất mà Ansys phân tích tương đương với giá trị tính bằng tay ở trên là 64.914MPa.

Vẽ biểu đồ momen

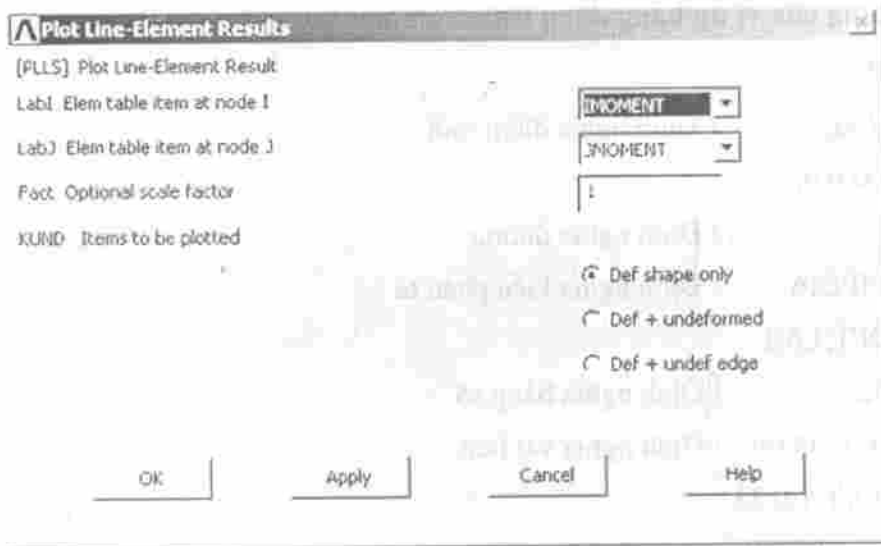
+ General Postproc > Element Table > Define Table...

+ Ấn nút [Add...].

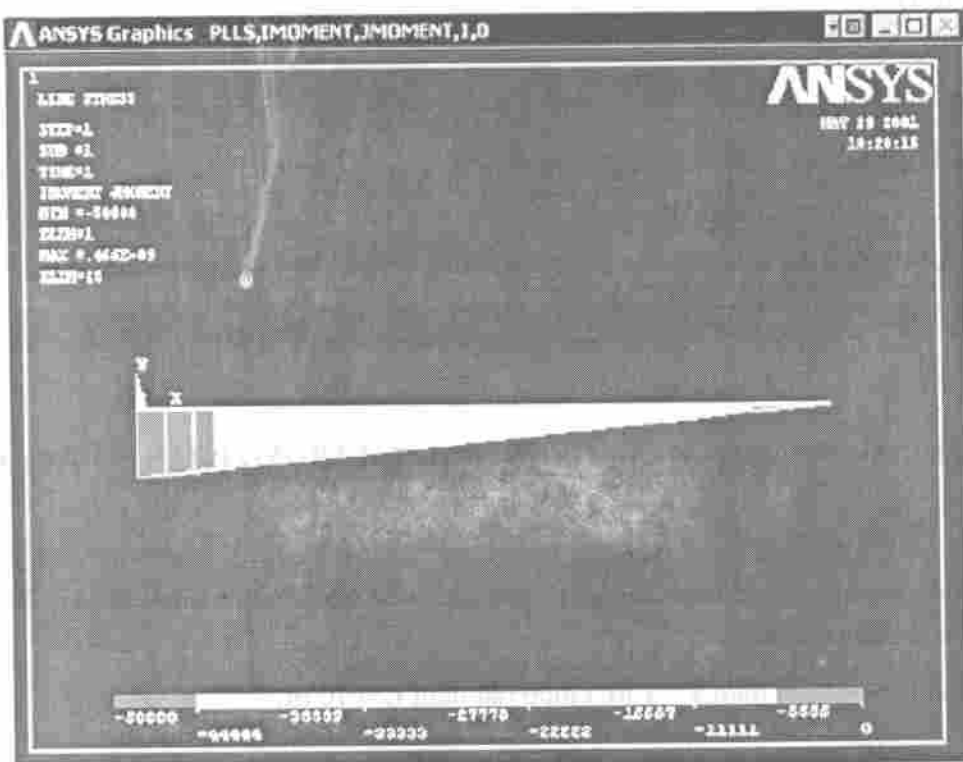


Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

- + Đặt Lab = IMoment; Item, Comp = SMISC, 6; sau đó [Apply].
- + Đặt Lab = JMoment; Item, Comp = SMISC, 12; sau đó [OK].
- + Ấn nút [Close].
- + General Postpro > Plot Results > Contour Plot > Line Elem Res...



- + Đặt Lab1 = IMoment; Lab2 = JMoment; sau đó [OK].



Lưu trữ và thoát khỏi Ansys

- + Chọn nút [Save_DB] trên thanh công cụ.
- + Chọn nút [Quit] trên thanh công cụ.
- + Chọn “Quit – Nosave!”; sau đó [OK].

Nội dung của ví dụ bằng dòng lệnh Command

```
/PREP7
K,1,0,0,0,      ! Định nghĩa điểm mới
K,2,500,0,0,
L,1,2           ! Định nghĩa đường
ET,1,PIPE16    ! Định nghĩa kiểu phần tử
KEYOPT,1,6,1
R,1,25,2,      ! Định nghĩa hàng số
MP,EX,1,70000 ! Định nghĩa vật liệu
MP,PRXY,1,0.33
LESIZE,ALL,20
LMESH,1        ! Chia lưới phần tử
FINISH
/SOLU          ! Giải
ANTYPE,0
DK,1, ,0, ,0,ALL ! Hạn chế chuyển vị
FK,2,FY,-100  ! Đặt tải
/STATUS,SOLU
SOLVE         ! Giải
FINISH
```

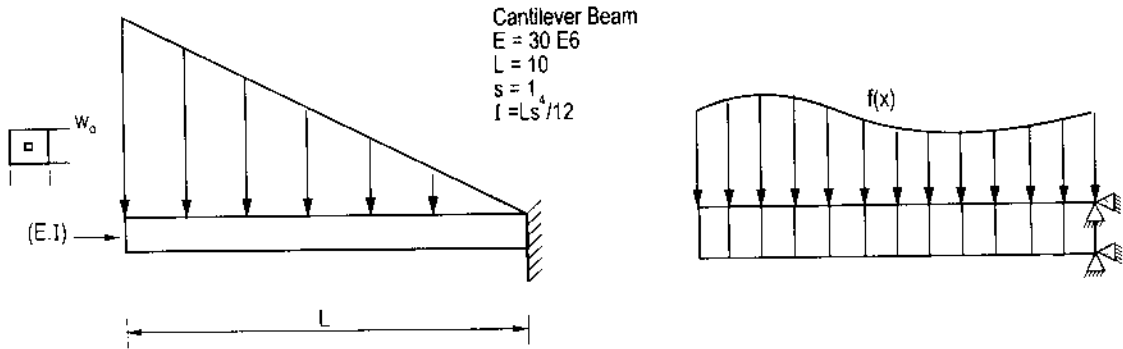
VÍ DỤ 12.2. BÀI TOÁN DẦM CÔNGXON CHỊU TẢI TRỌNG PHÂN BỐ TAM GIÁC

Gới thiệu

Một dầm côngxon có mặt cắt chữ nhật chịu tải trọng tam giác như hình vẽ. Xác định độ võng lớn nhất của dầm.

Biết chiều cao của dầm $s = 1$ in; chiều dài dầm $L = 10$ in;

$E = 30 \times 10^6$ psi.



Giai đoạn xây dựng mô hình hình học và chia lưới phần tử

1. Đặt kiểu phân tích

+ Main Menu > Preference...

+ Chọn "Structural"; sau đó [OK].

2. Đặt tên cho bài toán

+ Utility Menu > File > Change Title ...

+ Đặt TITLE = Bài toán dầm côngxon; sau đó [OK].

3. Định nghĩa 4 điểm mới

+ Preprocessor > Modeling > Create > Keypoints > In Active CS

+ Đặt điểm thứ nhất 1, $X = 0$; $Y = 0$; sau đó [Apply].

+ Đặt điểm thứ hai 2, $X = 10$; $Y = 0$; sau đó [Apply].

+ Đặt điểm thứ ba 3, $X = 10$; $Y = 1$; sau đó [Apply].

+ Đặt điểm thứ tư 4, $X = 0$; $Y = 1$; sau đó [OK].

4. Định nghĩa 1 diện tích mới

+ Preprocessor > Modeling > Create > Areas > Arbitrary > Through KPs

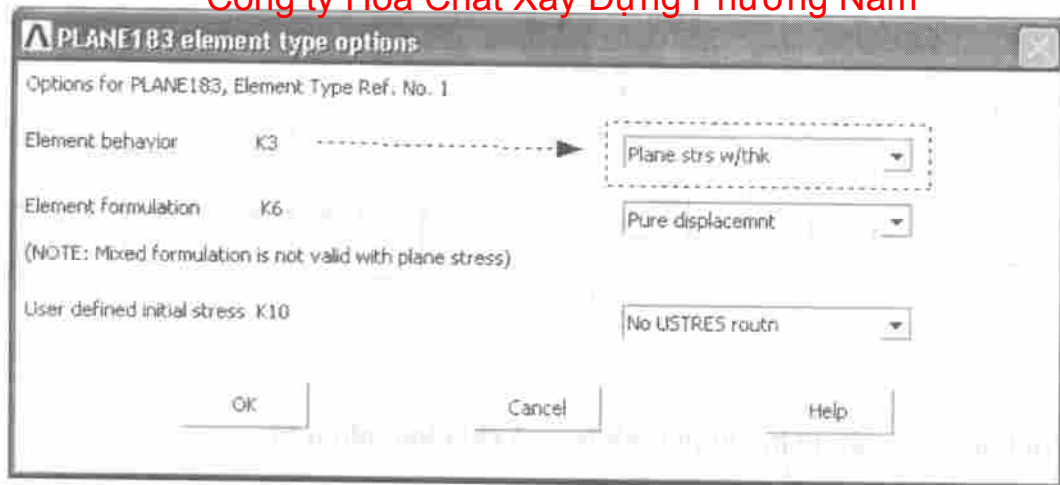
+ Chọn điểm thứ nhất 1, điểm thứ hai 2, điểm 3, điểm 4; sau đó [OK].

5. Định nghĩa loại phần tử

+ Preprocessor > Element Type > Add/Edit/Delete...

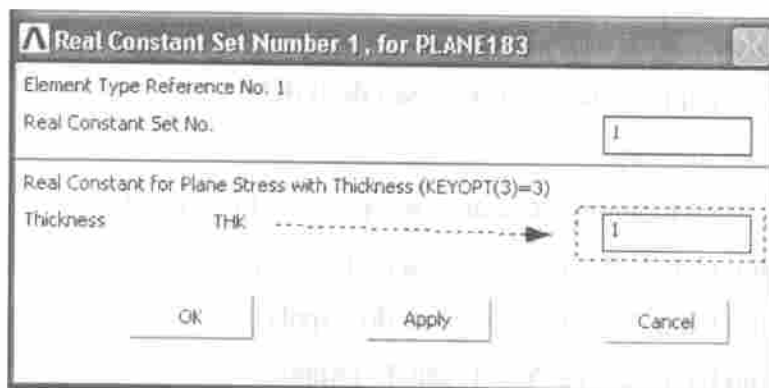
+ Chọn nút [Add...] chọn phần tử PLAN183; sau đó [OK]. Để giải bài toán này chúng ta sử dụng phần tử PLAN183.

+ Chọn nút [Options...] chọn K3 = "Plane strs w/thk"; sau đó [OK].



6. Định nghĩa chiều cao của dầm

- + Preprocessor > Real Constants... > Add...
- + Chọn nút [Add...], nút [OK].



- + Đặt THK = 1, nút [OK]; sau đó [Close].

7. Định nghĩa thuộc tính vật liệu

- + Preprocessor > Material Props > Material Models > Structural > Linear > Elastic > Isotropic

+ Đặt $EX = 30 \times 10^6$ (môđun đàn hồi của vật liệu), $PRXY = 0.27$ (hệ số Poisson); sau đó [OK].

8. Chia lưới phần tử

- + Preprocessor > Meshing > Mesh > Areas > Free ấn nút [Pick All]

9. Bật chỉ số và hiển thị phần tử

- + Utility Menu > PlotCtrls > Numbering ...
- + Chọn "Element numbers"; sau đó [OK].

Giai đoạn đặt tải trọng và giải

1. Chọn kiểu phân tích

+ Solution > Analysis Type > New Analysis...

+ Chọn "Static"; sau đó [OK].

2. Đặt hạn chế chuyển vị

+ Solution > Define Loads > Apply > Structural > Displacement > On Lines

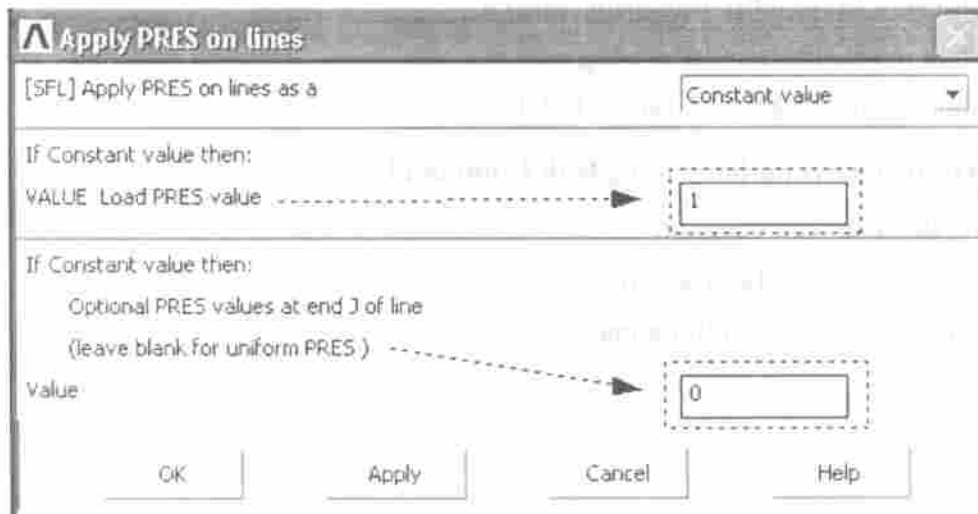
+ Chọn đường số 4; sau đó [OK].

+ Đặt All DOF = 0; sau đó [OK].

3. Đặt tải trọng

+ Select Solution > Define Loads > Apply > Structural > Pressure > On Lines

+ Chọn đường số 3; sau đó [OK].



+ Đặt các giá trị như hình vẽ; sau đó [OK].

4. Giải

+ Solution > Solve > Current LS

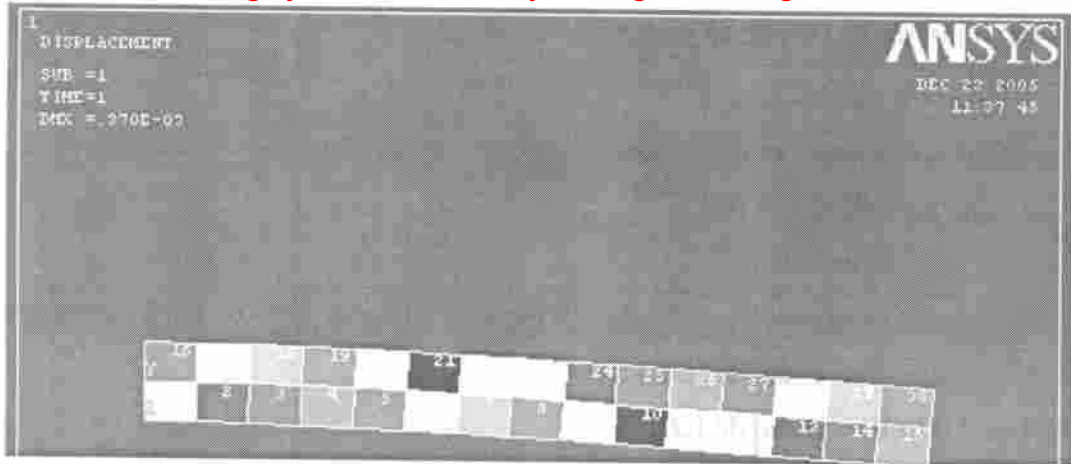
+ Ấn nút [OK].

Giai đoạn khai thác kết quả

Xác định độ võng lớn nhất

+ General Postproc > Plot Results > Deformed Shape

+ Ấn nút [OK].



Ta thấy giá trị độ võng lớn nhất là $0.370E-3$.

Lưu trữ và thoát khỏi Ansys

- + Chọn nút [Save_DB] trên thanh công cụ.
- + Chọn nút [Quit] trên thanh công cụ.
- + Chọn "Quit - Nosave!"; sau đó [OK].

Nội dung của ví dụ bằng dòng lệnh Command

```
/title, Bai toan dam congxon
MINLOAD = 0 !Tải trọng min
MAXLOAD = 1 !Tải trọng max
L = 10
Thick = 1
E1 = 30e6
/PREP7
ET,1,PLANE183
KEYOPT,1,3,3
KEYOPT,1,6,0
KEYOPT,1,10,0
R,1,Thick,
MPTEMP,,,,,,,,
MPTEMP,1,0
MPDATA,EX,1,,E1
MPDATA,PRXY,1,,.27
```

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

```
MPDATA,DENS,1,,1
RECTNG,0,L,0,Thick
ames,all
SFL,3,PRES,MAXLOAD,MINLOAD ! Đặt tải trọng tam giác
DL,4,,ALL,0
FINISH
/SOL
/STATUS,SOLU
SOLVE
FINISH
/POST1
PLDISP,0
```

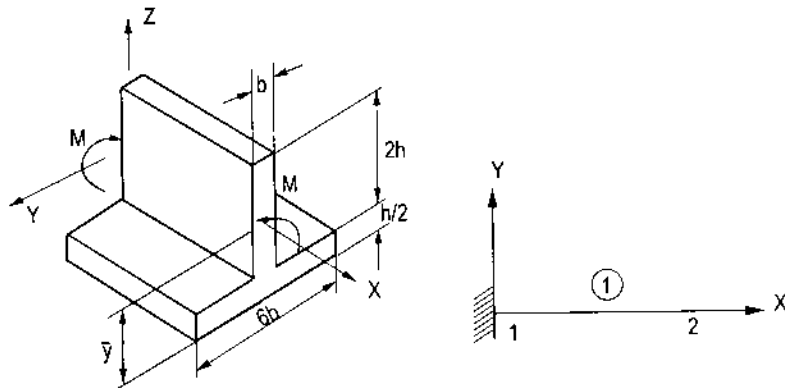
VÍ DỤ 12.3. BÀI TOÁN UỐN DẦM CÔNGXON CÓ MẶT CẮT NGANG T

Giới thiệu

Một dầm côngxon có mặt cắt chữ T chịu tải trọng mô men $M_y = 100000$ inlb như hình vẽ. Xác định ứng suất uốn kéo và nén lớn nhất tại tiết diện ngàm của dầm.

Biết $b = 1.5$ inch; $h = 8$ in; $y = 6$ in; chiều dài dầm $l = 100$ in;

$E = 30 \times 10^6$ psi.



Giai đoạn xây dựng mô hình hình học và chia lưới phần tử

1. Đặt kiểu phân tích

+ Main Menu > Preference...

+ Chọn "Structural"; sau đó [OK].

2. Đặt tên cho bài toán

+ Utility Menu > File > Change Title ...

+ Đặt TITLE = Bài toán dầm chu T chịu uốn; sau đó [OK].

3. Định nghĩa 2 điểm mới

+ Preprocessor > Modeling > Create > Keypoints > In Active CS

+ Đặt điểm thứ nhất 1, X = 0; Y = 0; sau đó [Apply].

+ Đặt điểm thứ hai 2, X = 100; Y = 0; sau đó [OK].

4. Định nghĩa 1 đường mới

+ Preprocessor > Modeling > Create > Lines > Lines > Straight Line

+ Chọn điểm thứ nhất 1, điểm thứ hai 2; sau đó [OK].

5. Định nghĩa loại phần tử

+ Preprocessor > Element Type > Add/Edit/Delete...

+ Chọn nút [Add...] chọn phần tử BEAM44; sau đó [OK]. Để giải bài toán này chúng ta sử dụng phần tử BEAM44. Phần tử này có 6 bậc tự do (3 chuyển vị dọc theo phương X, Y và Z, chuyển vị xoay quanh trục X, Y và Z).

6. Định nghĩa mặt cắt ngang của dầm

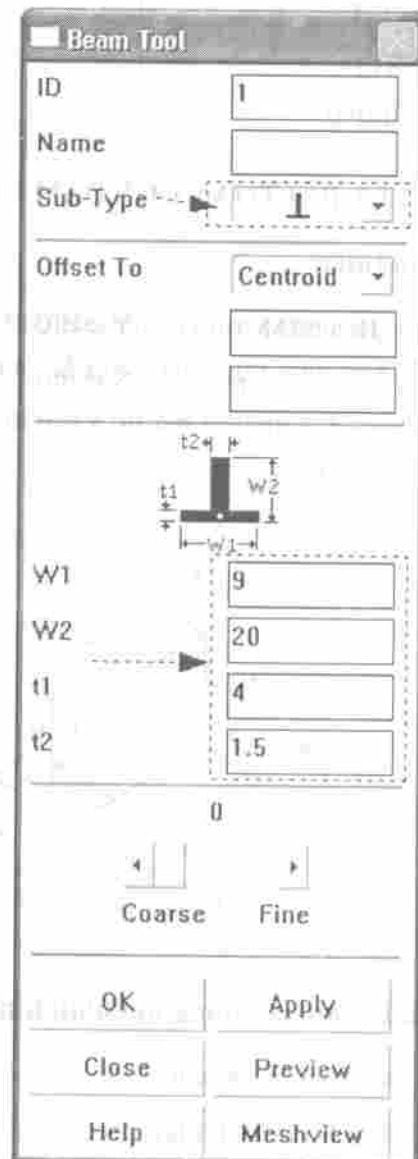
+ Preprocessor > Sections > Beam > Common Sections

+ Đặt các giá trị chiều rộng và chiều dày của mặt cắt ngang dầm như hình vẽ, sau đó [OK].

7. Định nghĩa thuộc tính vật liệu

+ Preprocessor > Material Props > Material Models > Structural > Linear > Elastic > Isotropic

+ Đặt $E_X = 30 \times 10^9$ (môđun đàn hồi của vật liệu), $\nu_{XY} = 0.3$ (hệ số Poisson); sau đó [OK].



8. Đặt kích thước lưới

- + Preprocessor > Meshing > Size Cntrls > ManualSize > Lines > All Lines...
- + Đặt SIZE = 10 (kích thước của phần tử); sau đó [OK].

9. Chia lưới phần tử

- + Preprocessor > Meshing > Mesh > Lines > ấn nút [Pick All]

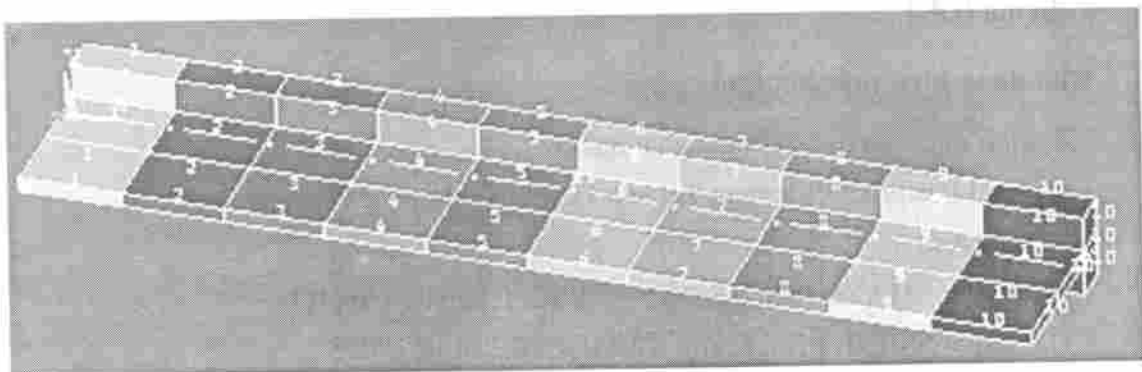
10. Bật chỉ số và hiển thị phần tử

- + Utility Menu > Plot > Elements
- + Utility Menu > PlotCtrls > Numbering ...
- + Chọn "Element numbers"; sau đó [OK].



- + Utility Menu > PlotCtrls > Style > Size and Shape...
- + Chọn "Display of Element" là On; sau đó [OK].

Chuyển sang chế độ hiển thị Isometric bằng cách nhấn vào nút  trên thanh công cụ phía bên phải.



Giai đoạn đặt tải trọng và giải

1. Chọn kiểu phân tích

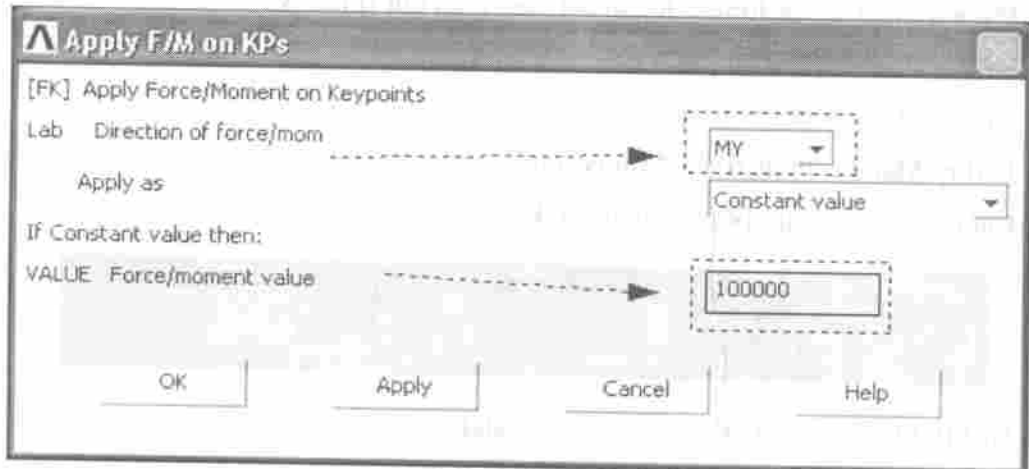
- + Solution > Analysis Type > New Analysis...
- + Chọn "Static"; sau đó [OK].

2. Đặt hạn chế chuyển vị

- + Solution > Define Loads > Apply > Structural > Displacement > On Keypoints
- + Chọn điểm 1; sau đó [OK].
- + Đặt All DOF = 0; sau đó [OK].

3. Đặt tải trọng

- + Select Solution > Define Loads > Apply > Structural > Force/Momen > On Keypoints
- + Chọn điểm 2; sau đó [OK].
- + Đặt MY (giá trị tải trọng mô men) = 100000; sau đó [OK].



4. Giải

- + Solution > Solve > Current LS
- + Ấn nút [OK].

Giai đoạn khai thác kết quả

Xác định ứng suất mật cắt ngang tại ngàm

- + General Postproc > Element Table > Define Table
- + ấn nút [Add...].
- + Đặt Lab = SMAXI; Item, Comp = NMISC, 1; sau đó [Apply].
- + Đặt Lab = SMINI; Item, Comp = NMISC, 2; sau đó [OK].
- + ấn nút [Close].

+ General Postproc > List Results > Elem Table Data

+ Chọn SMAXI và SMINI sau đó [OK].

Ta thấy giá trị ứng suất kéo lớn nhất là 300 psi và ứng suất nén lớn nhất là -700 psi.

Lưu trữ và thoát khỏi Ansys

- + Chọn nút [Save_DB] trên thanh công cụ.
- + Chọn nút [Quit] trên thanh công cụ.
- + Chọn "Quit - Nosave!"; sau đó [OK].

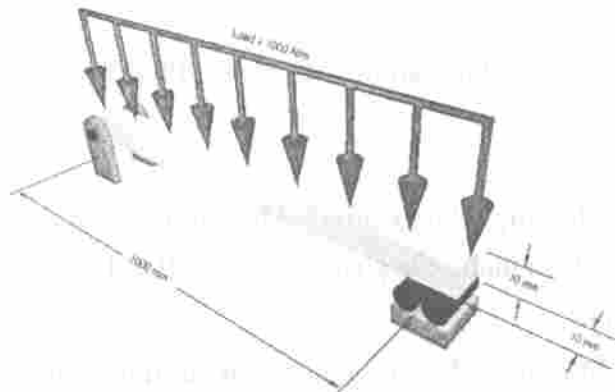
Nội dung của ví dụ bằng dòng lệnh Command

```
/PREP7  
MP,PRXY,,0.3  
/TITLE, Bài toán dầm chu T chịu uốn  
ANTYPE,STATIC  
ET,1,BEAM54  
R,1,60,2000,14,6 !Định nghĩa hằng số  
MP,EX,1,30E6  
N,1  
N,2,100  
E,1,2  
D,1,ALL  
F,2,MZ,100000  
FINISH  
/SOLU  
NSUBST,1  
OUTPR,ALL,1  
SOLVE  
FINISH
```

VÍ DỤ 12.4. BÀI TOÁN PHÂN TÍCH KẾT CẤU DẦM CHỊU TẢI TRỌNG PHÂN BỐ

Giới thiệu

Mục đích là ví dụ cho việc giải bài toán phân tích kết cấu với vật liệu nằm trong giai đoạn đàn hồi, có chuyển vị nhỏ như hình dưới. Tải trọng phân bố 1N/mm tác dụng lên dầm thép có mặt cắt ngang hình chữ nhật 10x10mm với mô đun đàn hồi của thép 200000N/mm².



Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam
Giai đoạn xây dựng mô hình hình học và chia lưới phần tử

1. Đặt kiểu phân tích

+ Main Menu > Preference...

+ Chọn "Structural"; sau đó [OK].

2. Đặt tên cho bài toán

+ Utility Menu > File > Change Title ...

+ Đặt TITLE = Bài toán kết cấu dầm chịu tải trong phân bố; sau đó [OK].

3. Định nghĩa 2 điểm mới

+ Preprocessor > Modeling > Create > Keypoints > In Active CS

+ Đặt điểm thứ nhất 1, X = 0; Y = 0; sau đó [Apply].

+ Đặt điểm thứ hai 2, X = 1000; Y = 0; sau đó [OK].

4. Định nghĩa 1 đường mới

+ Preprocessor > Modeling > Create > Lines > Lines > Straight Line

+ Chọn điểm thứ nhất 1, điểm thứ hai 2; sau đó [OK].

5. Định nghĩa loại phần tử

+ Preprocessor > Element Type > Add/Edit/Delete...

+ Chọn nút [Add...] chọn phần tử BEAM3; sau đó [OK]. Để giải bài toán này chúng ta sử dụng phần tử BEAM3. Phần tử này có 3 bậc tự do (2 chuyển vị dọc theo phương X và Y, chuyển vị xoay quanh trục Z).

6. Định nghĩa diện tích và mômen quán tính tiết diện

+ Preprocessor > Real Constants... > Add...

+ Chọn nút [Add...], nút [OK].

+ Đặt AREA = 100, IZZ (mômen quán tính) = 833.333, HEIGHT = 10.

7. Định nghĩa thuộc tính vật liệu

+ Preprocessor > Material Props > Material Models > Structural > Linear > Elastic > Isotropic

+ Đặt EX = 200000 (môđun đàn hồi của thép), PRXY = 0.3 (hệ số Poisson); sau đó [OK].

8. Đặt kích thước lưới

+ Preprocessor > Meshing > Size Cntrls > ManualSize > Lines > All Lines...

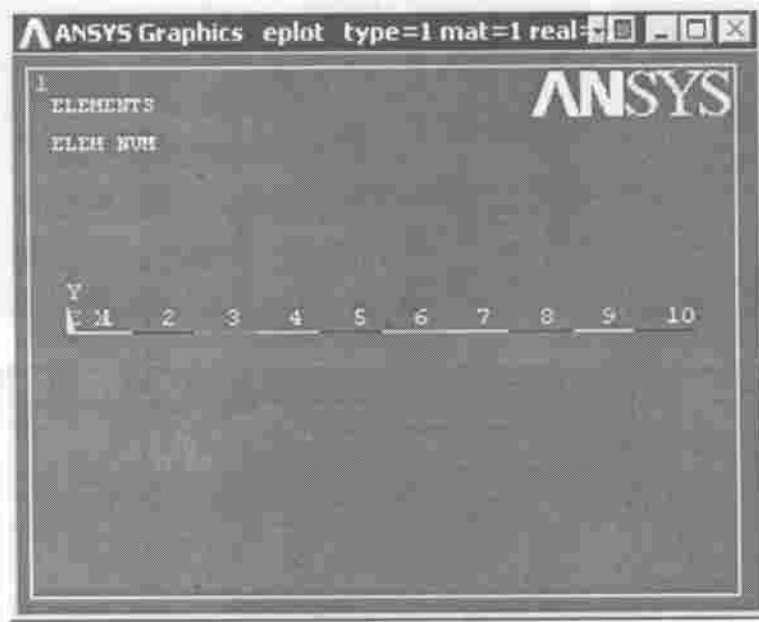
+ Đặt SIZE = 100 (kích thước của phần tử); sau đó [OK].

9. Chia lưới phần tử

+ Preprocessor > Meshing > Mesh > Lines > ấn nút [Pick All]

10. Bật chỉ số và hiển thị phần tử

- + Utility Menu > Plot > Elements
- + Utility Menu > PlotCtrls > Numbering ...
- + Chọn "Element numbers"; sau đó [OK].



Giai đoạn đặt tải trọng và giải

1. Chọn kiểu phân tích

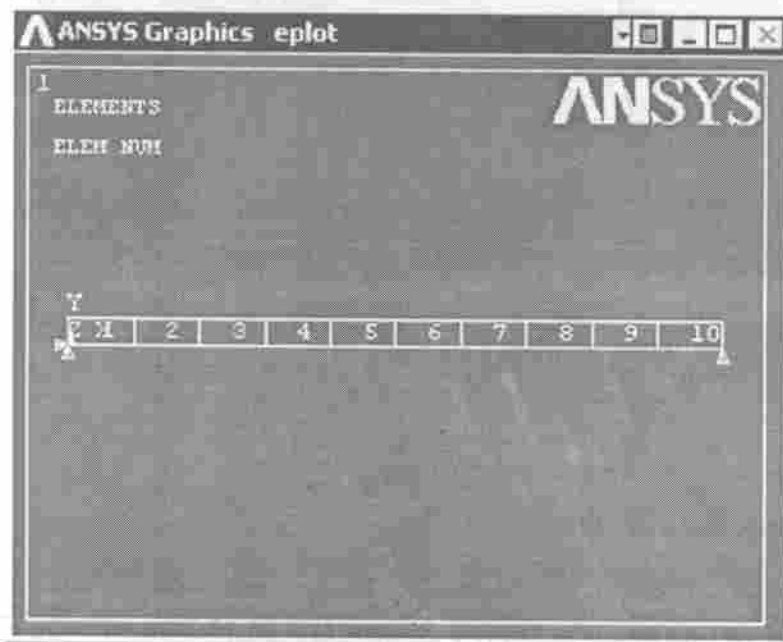
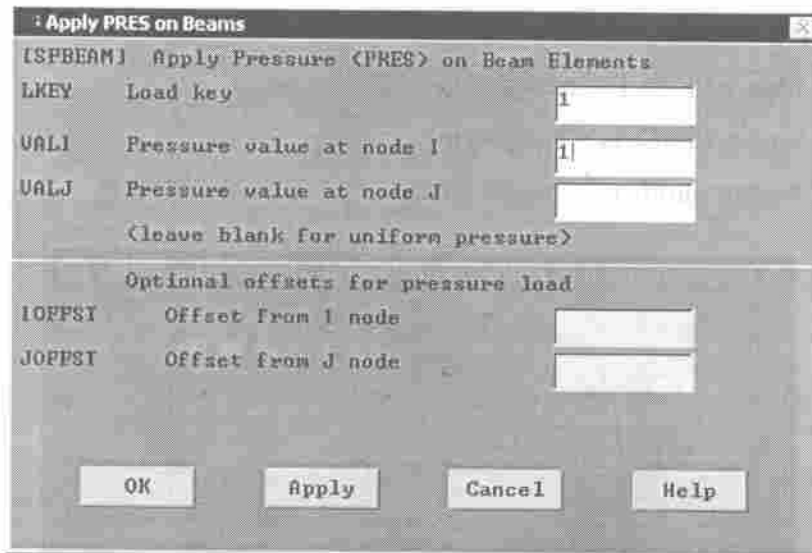
- + Solution > Analysis Type > New Analysis...
- + Chọn "Static"; sau đó [OK].

2. Đặt hạn chế chuyển vị

- + Solution > Define Loads > Apply > Structural > Displacement > On Keypoints
- + Chọn điểm 1; sau đó [OK].
- + Đặt $UX = 0$; $UY = 0$; sau đó [Apply].
- + Chọn điểm 2; sau đó [OK].
- + Đặt $UY = 0$; sau đó [OK].

3. Đặt tải trọng

- + Select Solution > Define Loads > Apply > Structural > Pressure > On Beams
- + Ấn nút [Pick All].
- + Đặt VALI (giá trị tải trọng phân bố) = 1; sau đó [OK].



4. Giải

+ Solution > Solve > Current LS

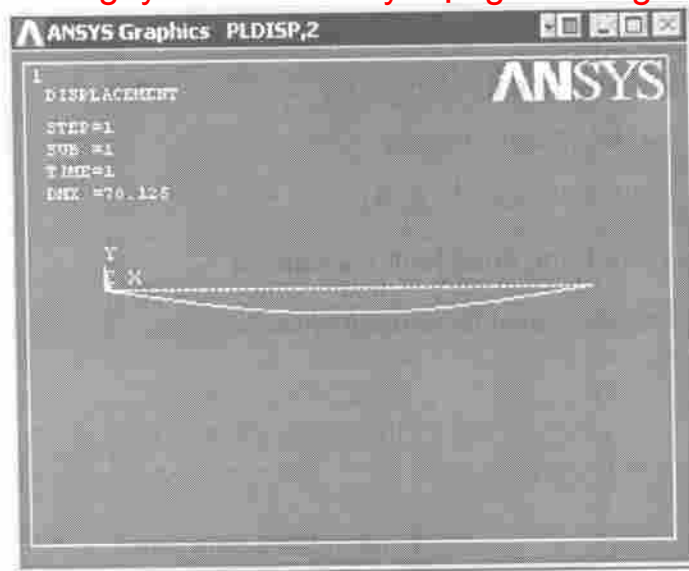
+ Ấn nút [OK].

Giai đoạn khai thác kết quả

1. Thể hiện độ võng của dầm

+ General Postproc > Plot Results > Deformed Shape

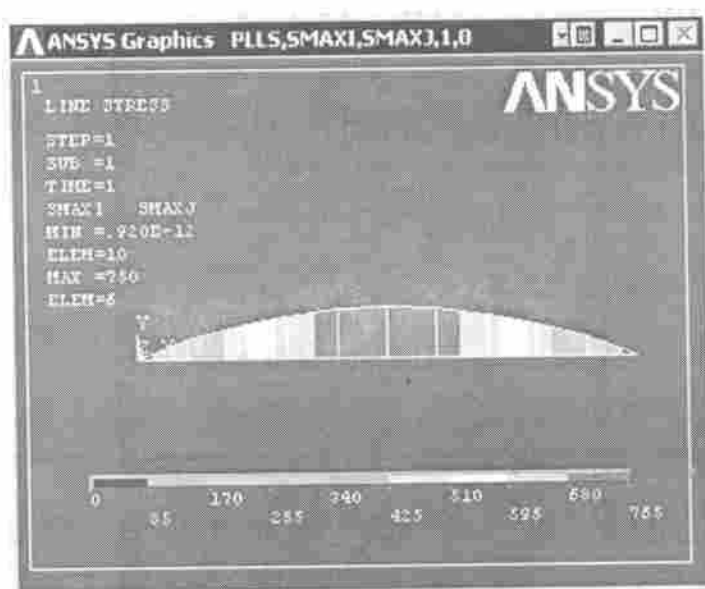
+ Chọn "Def + undeformed"; sau đó [OK].



2. Thể hiện sự phân bố ứng suất trên dầm

- + General Postproc > Element Table > Define Table
- + Ấn nút [Add...].
- + Đặt Lab = SMAXI; Item, Comp = NMISC, 1; sau đó [Apply].
- + Đặt Lab = SMAXJ; Item, Comp = NMISC, 3; sau đó [OK].
- + Ấn nút [Close].
- + General Postproc > Plot Results > Contour Plot > Line Elem Res...
- + Đặt LabI = SMAXI và LabJ = SMAXJ; sau đó [OK].

Giá trị ứng suất lớn nhất ở giữa dầm là 750MPA.



Lưu trữ và thoát khỏi Ansys

- + Chọn nút [Save_DB] trên thanh công cụ.
- + Chọn nút [Quit] trên thanh công cụ.
- + Chọn “Quit – Nosave!”; sau đó [OK].

Nội dung của ví dụ bằng dòng lệnh Command

/title, Bai toan ket cau dam chiu tai trong phan bo

/PREP7

K,1,0,0 ! Định nghĩa điểm mới

K,2,1000,0

L,1,2 ! Định nghĩa đường mới

ET,1,BEAM3 ! Định nghĩa kiểu phần tử

R,1,100,833.333,10 ! Định nghĩa hằng số

MP,EX,1,200000 ! Định nghĩa vật liệu

MP,PRXY,1,0.33

ESIZE,100

LMESH,ALL ! Chia lưới phần tử

FINISH

/SOLU

ANTYPE,0

DK,1,UX,0,,UY ! Hạn chế chuyển vị

DK,2,UY,0

SFBEAM,ALL,1,PRES,1 ! Đặt tải

SOLVE

FINISH

/POST1

PLDISP,2 !Thể hiện biến dạng

ETABLE,SMAXI,NMISC, 1

ETABLE,SMAXJ,NMISC, 3

PLLS,SMAXI,SMAXJ,1,0 ! Vẽ biểu đồ ứng suất

VÍ DỤ 12.5. BÀI TOÁN XÁC ĐỊNH ỨNG SUẤT VÀ ĐỘ VỒNG CỦA DẪM

Giới thiệu

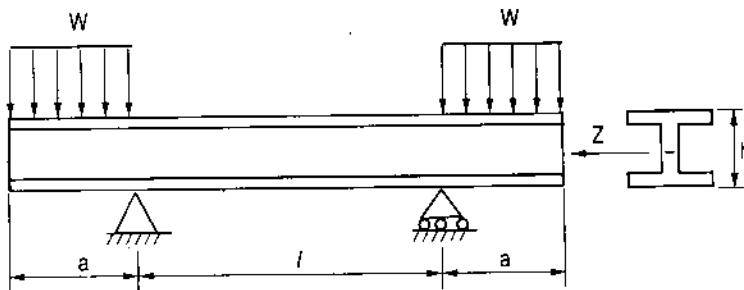
Một dầm đơn giản côngxon ở 2 đầu chịu tải trọng phân bố $w = 10000 \text{ lb/ft}$ hay $= (10000/12) \text{ lb/in}$ như hình vẽ. Xác định ứng suất lớn nhất và độ võng ở giữa dầm.

Biết $l = 240 \text{ inch}$; $a = 0.5l$; $h = 30 \text{ inch}$;

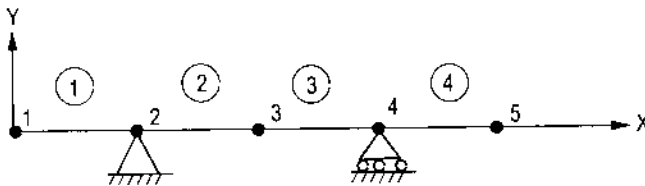
Diện tích mặt cắt ngang của dầm $A = 50.65 \text{ in}^2$;

Mômen quán tính của dầm $I = 7892 \text{ in}^4$;

$E = 30 \times 10^6 \text{ psi}$.



Problem Sketch



Giai đoạn xây dựng mô hình hình học và chia lưới phần tử

1. Đặt kiểu phân tích

- + Main Menu > Preference...
- + Chọn "Structural"; sau đó [OK].

2. Đặt tên cho bài toán

- + Utility Menu > File > Change Title ...
- + Đặt TITLE = Bài toán dầm chịu uốn; sau đó [OK].

3. Định nghĩa 5 điểm mới

- + Preprocessor > Modeling > Create > Keypoints > In Active CS
- + Đặt điểm thứ nhất 1, $X = 0$; $Y = 0$; sau đó [Apply].
- + Đặt điểm thứ hai 2, $X = 120$; $Y = 0$; sau đó [Apply].
- + Đặt điểm thứ ba 3, $X = 240$; $Y = 0$; sau đó [Apply].

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

+ Đặt điểm thứ bốn 4, X = 360; Y = 0; sau đó [Apply].

+ Đặt điểm thứ năm 5, X = 480; Y = 0; sau đó [OK].

4. Định nghĩa 4 đường mới

+ Preprocessor > Modeling > Create > Lines > Lines > Straight Line

+ Chọn điểm thứ nhất 1, điểm thứ hai 2; điểm 2, điểm 3; điểm 3, điểm 4; điểm 4, điểm 5; sau đó [OK].

5. Định nghĩa loại phần tử

+ Preprocessor > Element Type > Add/Edit/Delete...

+ Chọn nút [Add...] chọn phần tử BEAM3; sau đó [OK]. Để giải bài toán này chúng ta sử dụng phần tử BEAM3. Phần tử này có 3 bậc tự do (2 chuyển vị dọc theo phương X và Y, chuyển vị xoay quanh trục Z).

6. Định nghĩa diện tích và mômen quán tính tiết diện

+ Preprocessor > Real Constants... > Add...

+ Chọn nút [Add...], nút [OK].

+ Đặt AREA = 50.65, IZZ (mômen quán tính) = 7892, HEIGHT = 30.

7. Định nghĩa thuộc tính vật liệu

+ Preprocessor > Material Props > Material Models > Structural > Linear > Elastic > Isotropic

+ Đặt EX = 30×10^6 (môđun đàn hồi của thép), PRXY = 0.3 (hệ số Poisson); sau đó [OK].

8. Đặt kích thước lưới

+ Preprocessor > Meshing > Size Cntrls > ManualSize > Lines > All Lines...

+ Đặt SIZE = 24 (kích thước của phần tử); sau đó [OK].

9. Chia lưới phần tử

+ Preprocessor > Meshing > Mesh > Lines > ấn nút [Pick All]

10. Bật chỉ số và hiển thị phần tử

+ Utility Menu > Plot > Elements

+ Utility Menu > PlotCtrls > Numbering ...

+ Chọn "Element numbers"; sau đó [OK].

Giai đoạn đặt tải trọng và giải

1. Chọn kiểu phân tích

+ Solution > Analysis Type > New Analysis...

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

+ Chọn "Static"; sau đó [OK].

2. Đặt hạn chế chuyển vị

+ Solution > Define Loads > Apply > Structural > Displacement > On Keypoints

+ Chọn điểm 2; sau đó [OK].

+ Đặt UX, UY = 0; sau đó [Apply].

+ Chọn điểm 4; sau đó [OK].

+ Đặt UY = 0; sau đó [OK].

3. Đặt tải trọng

+ Select Solution > Define Loads > Apply > Structural > Force/Momen > On Beams

+ Chọn phần tử 1, 2, 3, 4, 5 và 16, 17, 18, 19, 20; sau đó [OK].

+ Đặt VALI (giá trị tải trọng phân bố) = 10000/12; sau đó [OK].

Apply PRES on Beams

[SFBEAM] Apply Pressure (PRES) on Beam Elements

LKEY: Load key

VALI: Pressure value at node I

VALJ: Pressure value at node J

(leave blank for uniform pressure)

Optional offsets for pressure load

IOFFST: Offset from I node

JOFFST: Offset from J node

OK Apply Cancel Help

4. Giải

+ Solution > Solve > Current LS

+ Ấn nút [OK].

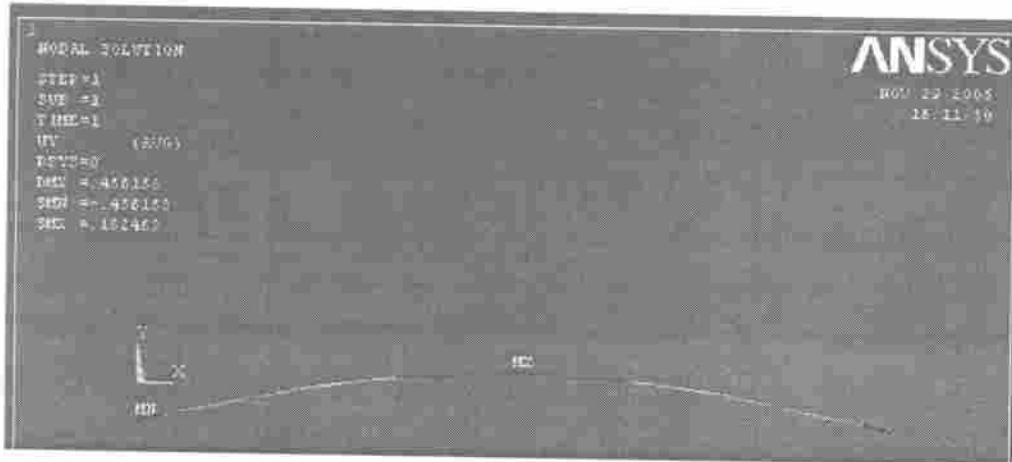
Giai đoạn khai thác kết quả

1. Xác định độ võng ở giữa dầm

+ General Postproc > Plot Results > Contour Plot > Nodal Solution

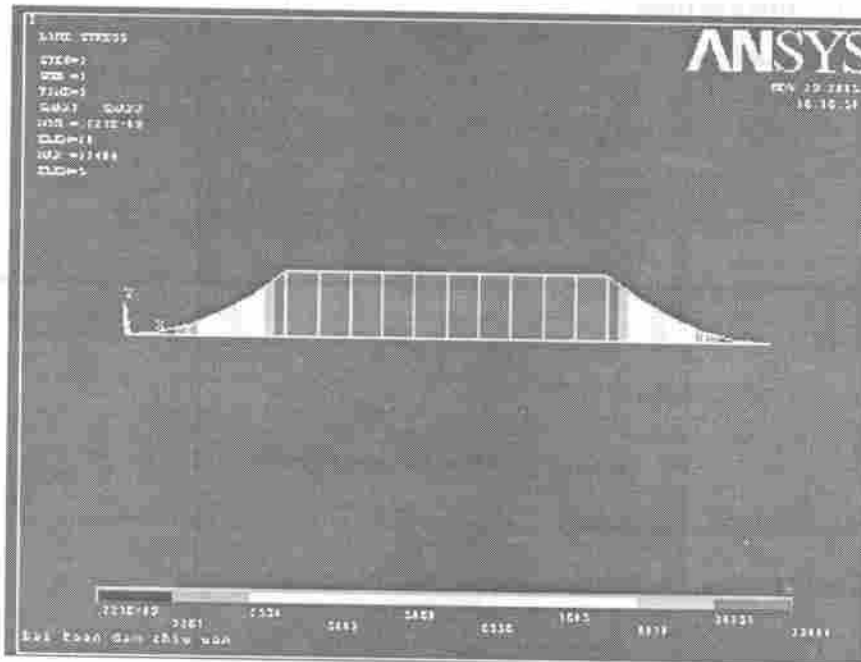
+ Chọn DOF solution > Y- Component of displacement; sau đó [OK].

Ta thấy độ võng ở giữa dầm là 0.182.



2. Xác định ứng suất lớn nhất tại mặt cắt ngang giữa dầm

- + General Postproc > Element Table > Define Table
- + Ấn nút [Add...].
- + Đặt Lab = SMAXI; Item, Comp = NMISC, 1; sau đó [Apply].
- + Đặt Lab = SMAXJ; Item, Comp = NMISC, 3; sau đó [OK].
- + Ấn nút [Close].
- + General Postproc > Plot Results > Contour Plot > Line Elem Res...
- + Đặt LabI = SMAXI và LabJ = SMAXJ; sau đó [OK].



Giá trị ứng suất lớn nhất ở giữa dầm là 11404MPA.

Lưu trữ và thoát khỏi Ansys

- + Chọn nút [Save_DB] trên thanh công cụ.
- + Chọn nút [Quit] trên thanh công cụ.
- + Chọn “Quit – Nosave!”; sau đó [OK].

Nội dung của ví dụ bằng dòng lệnh Command

```
/PREP7
MP,PRXY,,0.3
/TITLE, Bai toan dam chiu uon
ANTYPE,STATIC
ET,1,BEAM3
KEYOPT,1,9,9
R,1,50.65,7892,30
MP,EX,1,30E6
N,1                ! Định nghĩa nút và phần tử
N,5,480
FILL
E,1,2
EGEN,4,1,1
D,2,UX,,,,,UY    ! Hạn chế chuyển vị và đặt tải
D,4,UY
SFBEAM,1,1,PRES,(10000/12)
SFBEAM,4,1,PRES,(1E4/12)
FINISH
/SOLU
OUTPR,BASIC,1
SOLVE
FINISH
/POST1
SET,1,1
PRNSOL,U,COMP
PRNSOL,ROT,COMP
PLDISP,1
/OUT
FINISH
```

Chương 13

BÀI TOÁN TẤM VÀ VỎ

Vỏ là vật thể có một kích thước (chiều dày) nhỏ hơn hai kích thước còn lại rất nhiều. Quy tích các điểm cách đều mặt trong và mặt ngoài của vỏ gọi là mặt cong trung bình của vỏ. Tấm là các vỏ có mặt trung bình là một mặt phẳng. Loại vỏ thông dụng nhất là loại vỏ đối xứng trục, loại vỏ này có mặt trung bình là một mặt tròn xoay.

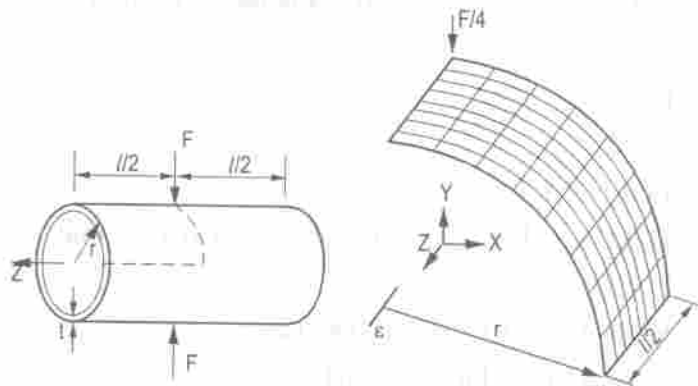
VÍ DỤ 13.1. BÀI TOÁN XÁC ĐỊNH ĐỘ VÔNG CỦA ỐNG CHỊU NÉN

Giới thiệu

Xác định độ vồng của ống chịu lực nén $F = 100$ lb như hình vẽ tại vị trí tác dụng của lực. Biết $l = 10.35$ inch; Bán kính ống $r = 4.953$ in;

Chiều dày ống $t = 0.094$ in; $E = 30 \times 10^6$ psi.

Để giải bài toán này ta sử dụng tính chất đối xứng để giải cho đơn giản.



Giai đoạn xây dựng mô hình hình học và chia lưới phần tử

1. Đặt kiểu phân tích

- + Main Menu > Preference...
- + Chọn "Structural"; sau đó [OK].

2. Đặt tên cho bài toán

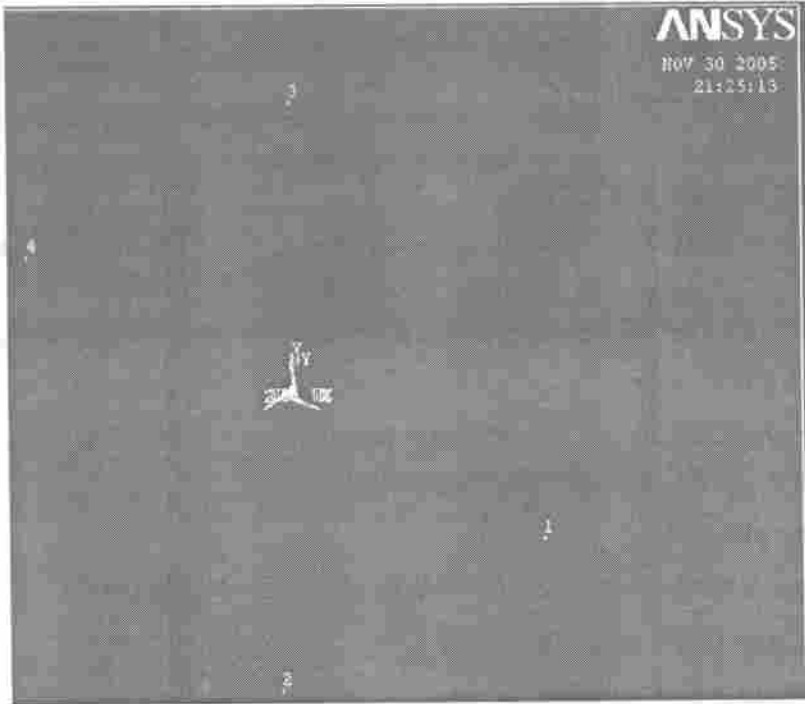
- + Utility Menu > File > Change Title ...
- + Đặt TITLE = Bài toán ống; sau đó [OK].

3. Định nghĩa 4 điểm mới

- + Thay đổi hệ trục tọa độ trụ
- + Utility Menu > WorkPlane > Change Active CS to > Global Cylindrical
- + Preprocessor > Modeling > Create > Keypoints > In Active CS

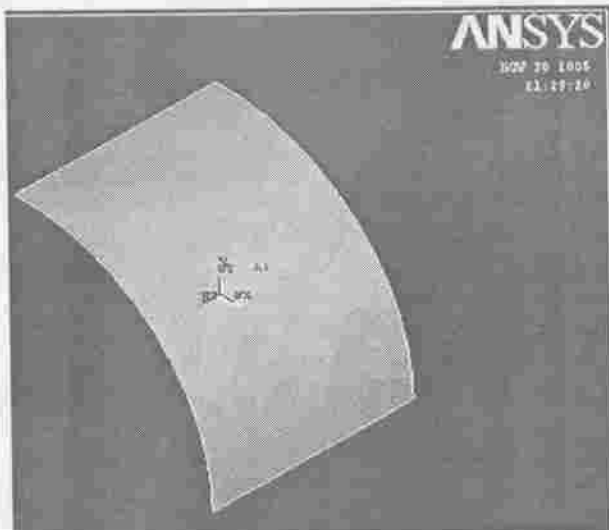
Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

- + Đặt điểm thứ nhất 1, $X = 4.953$; $Y = 0$; sau đó [Apply].
- + Đặt điểm thứ hai 2, $X = 4.953$; $Y = 0$; $Z = 5.175$; sau đó [OK].
- + Preprocessor > Modeling > Copy > Keypoints
- + Chọn điểm 1 và 2; sau đó [OK].
- + Đặt $DY = 90$; sau đó [OK].



4. Định nghĩa 1 diện tích

- + Preprocessor > Modeling > Create > Areas > Arbitrary > Through KPs
- + Chọn điểm thứ nhất 1, điểm 2; điểm 4, điểm 3; sau đó [OK].



5. Định nghĩa loại phần tử

+ Preprocessor > Element Type > Add/Edit/Delete...

+ Chọn nút [Add...] chọn phần tử SHELL93; sau đó [OK]. Để giải bài toán này chúng ta sử dụng phần tử SHELL93. Phần tử này có 6 bậc tự do (3 chuyển vị dọc theo phương X, Y và Z, chuyển vị xoay quanh trục X, Y và Z).

6. Định nghĩa chiều dày ống

+ Preprocessor > Real Constants... > Add...

+ Chọn nút [Add...], nút [OK].

+ Đặt TK(I) = 0.094.

7. Định nghĩa thuộc tính vật liệu

+ Preprocessor > Material Props > Material Models > Structural > Linear > Elastic > Isotropic

+ Đặt EX = 10.5×10^6 (môđun đàn hồi), PRXY = 0.3125 (hệ số Poisson); sau đó [OK].

8. Đặt kích thước lưới

+ Preprocessor > Meshing > Size Cntrls > ManualSize > Lines > All Lines...

+ Đặt NDIV = 8 (số phần tử chia); sau đó [OK].

9. Chia lưới phần tử

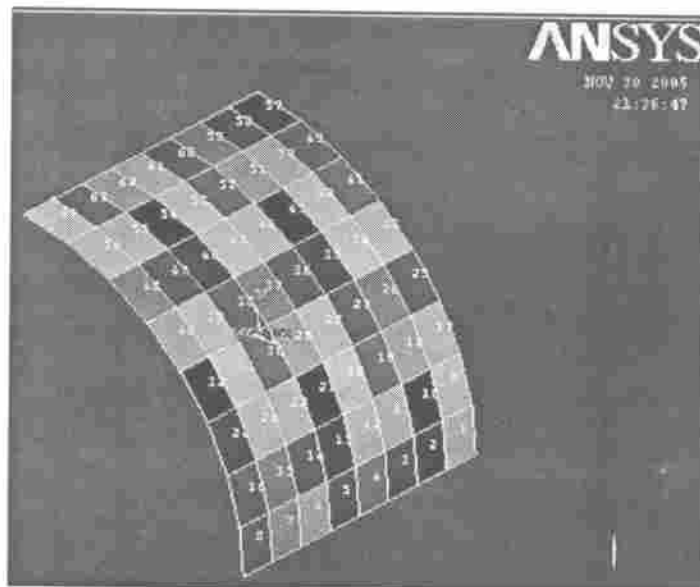
+ Preprocessor > Meshing > Mesh > Areas > Free ấn nút [Pick All]

10. Bật chỉ số và hiển thị phần tử

+ Utility Menu > Plot > Elements

+ Utility Menu > PlotCtrls > Numbering ...

+ Chọn "Element numbers"; sau đó [OK].



Giai đoạn đặt tải trọng và giải

1. Chọn kiểu phân tích

+ Solution > Analysis Type > New Analysis...

+ Chọn "Static"; sau đó [OK].

2. Đặt hạn chế chuyển vị

+ Solution > Define Loads > Apply > Structural > Displacement > Symmetry B.C > On Lines

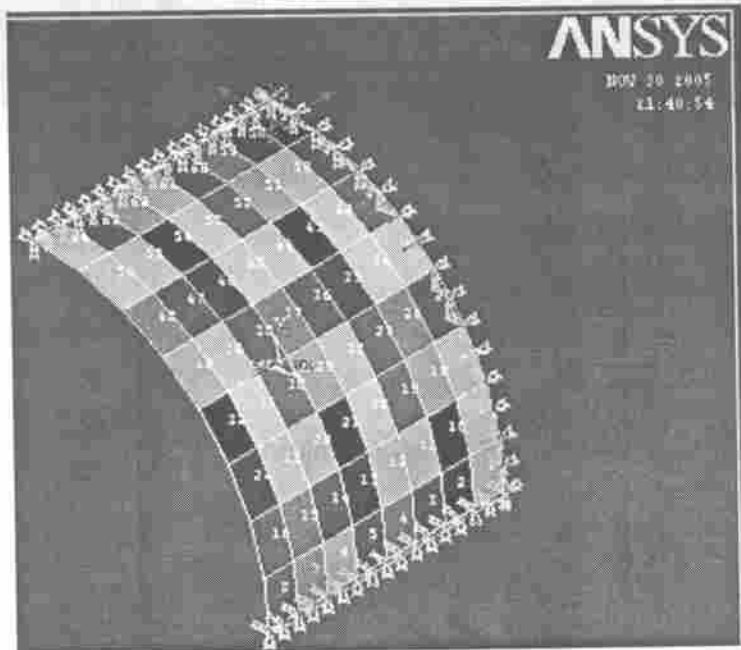
+ Chọn đường 3, 4, 1; sau đó [OK].

3. Đặt tải trọng

+ Select Solution > Define Loads > Apply > Structural > Force/Momen > Keypoints

+ Chọn điểm 3; sau đó [OK].

+ Đặt FY = -25; sau đó [OK].



4. Giải

+ Solution > Solve > Current LS

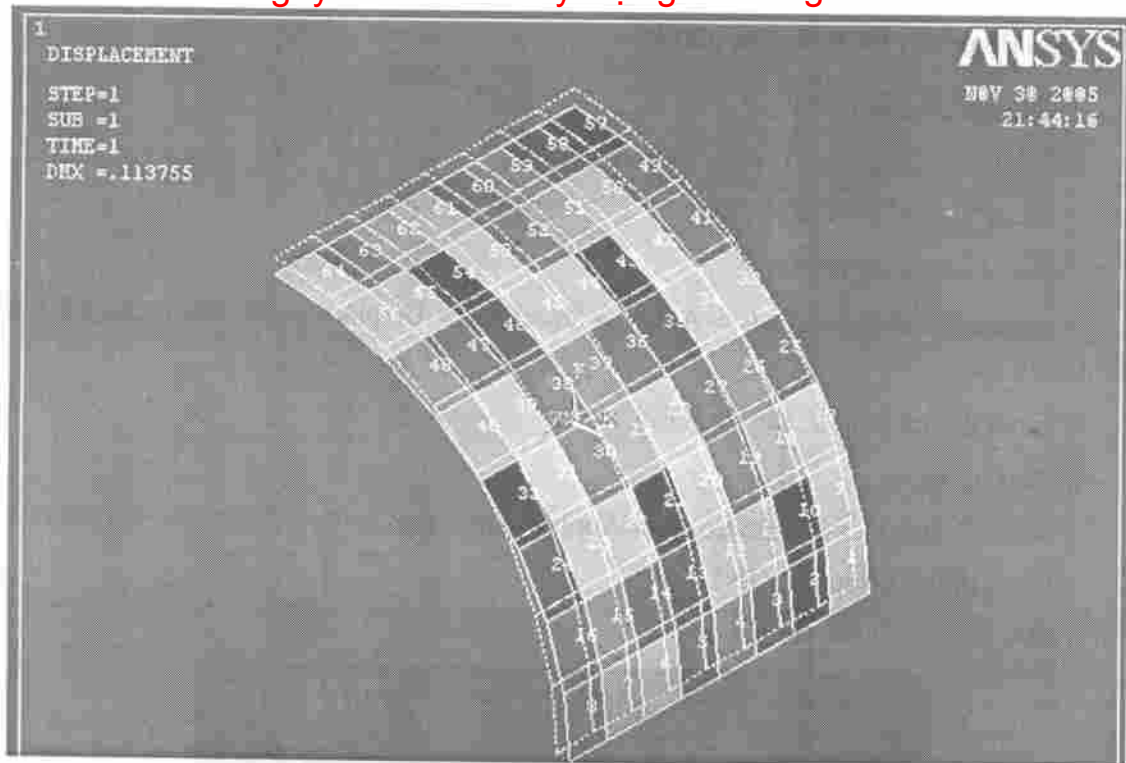
+ Ấn nút [OK].

Giai đoạn khai thác kết quả

Xác định độ võng tại điểm 3

+ General Postproc > Plot Results > Deformed Shape

+ Chọn Def + undeformed; sau đó [OK].



Ta thấy độ võng tại điểm 3 là 0.1137.

Lưu trữ và thoát khỏi Ansys

- + Chọn nút [Save_DB] trên thanh công cụ.
- + Chọn nút [Quit] trên thanh công cụ.
- + Chọn "Quit - Nosave!"; sau đó [OK].

Nội dung của ví dụ bằng dòng lệnh Command

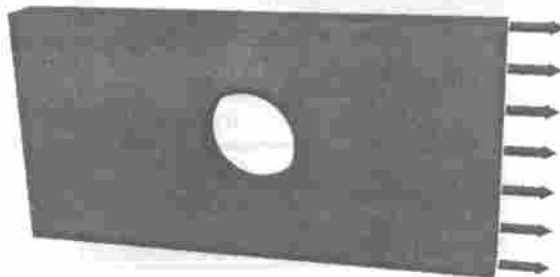
```
/PREP7
/TITLE, Bài toán ong
ANTYPE,STATIC
ET,1,SHELL93
R,,0.094
MP,EX,,10.5E6
MP,NUXY,,.3125
CSYS,1
K,1,4.953 ! Định nghĩa điểm mới
K,2,4.953,,5.175
KGEN,2,1,2,1,,90
```

```
A,1,2,4,3  
ESIZE,,8  
AMESH,1  
CSYS,0  
NSEL,S,LOC,X,0  
DSYM,SYMM,X,0  
NSEL,S,LOC,Y,0  
DSYM,SYMM,Y,0  
NSEL,S,LOC,Z,0  
DSYM,SYMM,Z,0  
NSEL,ALL  
FK,3,FY,-25  
FINISH  
/SOLU  
SOLVE  
FINISH  
/POST1  
NSEL,S,LOC,Y,4.953  
NSEL,R,LOC,Z,0  
NSEL,R,LOC,X,0  
PRNSOL,U,COMP  
FINISH
```

VÍ DỤ 13.2. BÀI TOÁN TẤM CHỊU KÉO

Giới thiệu

Bài tập này xác định sự phân bố ứng suất và trường chuyển vị trong kết cấu tấm có chiều dày 20 mm chịu tải trọng như hình vẽ.



Giai đoạn xây dựng mô hình hình học và chia lưới phần tử

1. Đặt tên cho bài toán

+ Utility Menu > File > Change Title

+ Đặt TITLE = Bai toan tam chiu keo.

2. Xây dựng mô hình hình học

a) Tạo 1 diện tích hình chữ nhật mới

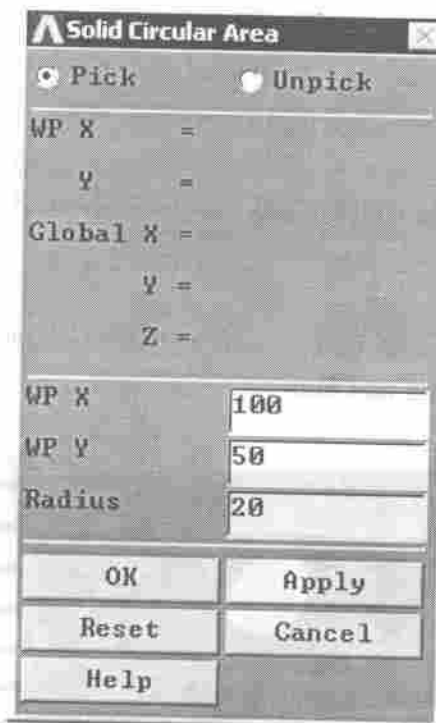
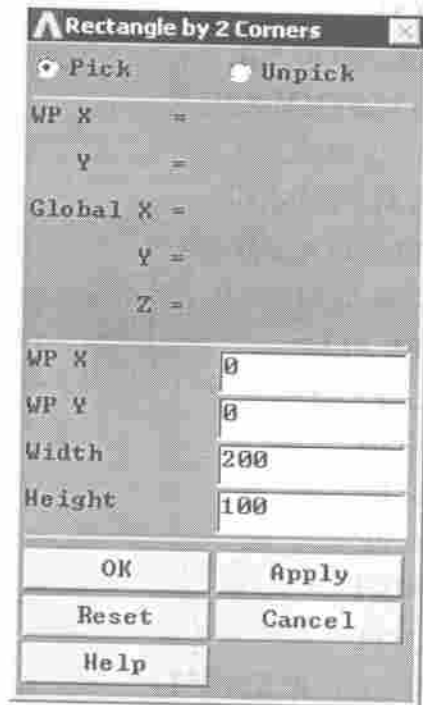
+ Preprocessor > Modeling > Create > Areas > Rectangle > By 2 Corners

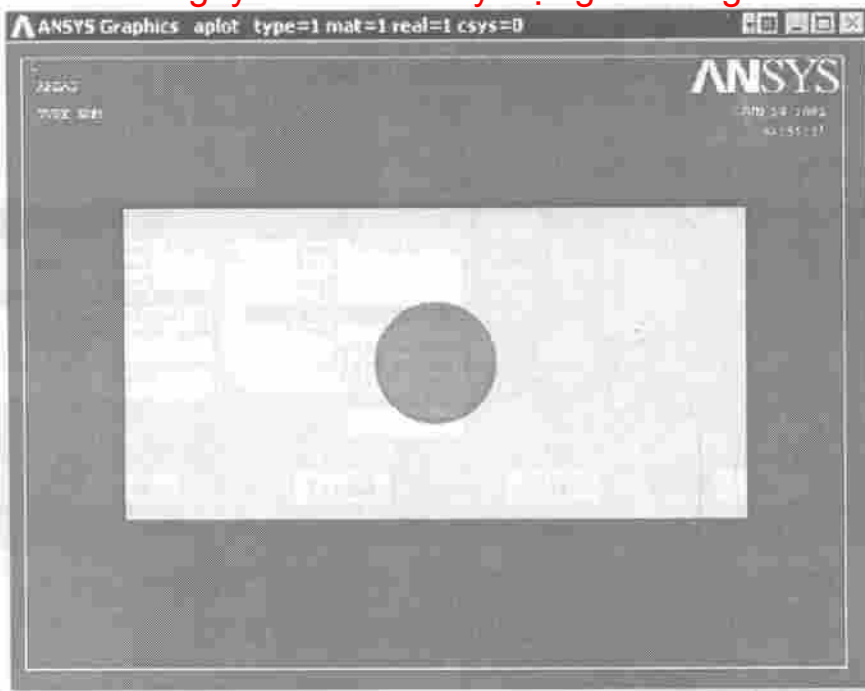
+ Đặt X = 0; Y = 0; Width = 200; Height = 100; sau đó [OK].

b) Tạo 1 diện tích tròn mới

+ Preprocessor > Modeling > Create > Areas > Circle > Solid Circle

+ Đặt X = 100; Y = 50; Radius = 20; sau đó [OK].





c) Trừ diện tích tròn

+ Modeling > Operate > Booleans > Subtract > Areas

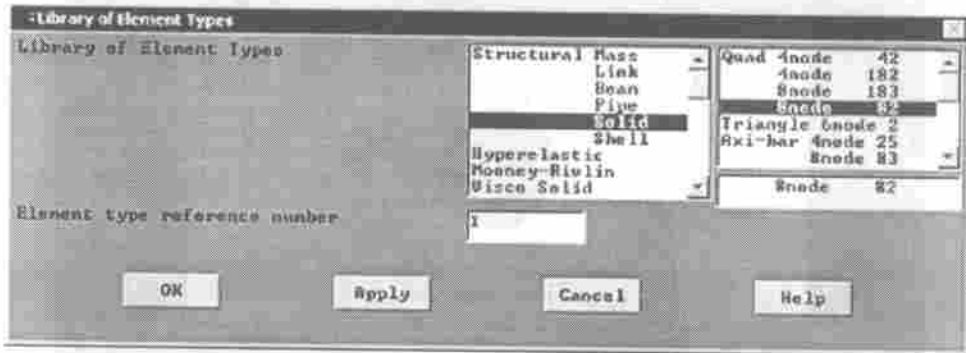
+ Chọn diện tích chữ nhật (diện tích 1); sau đó [OK].

+ Chọn diện tích tròn (diện tích 2); sau đó [OK].

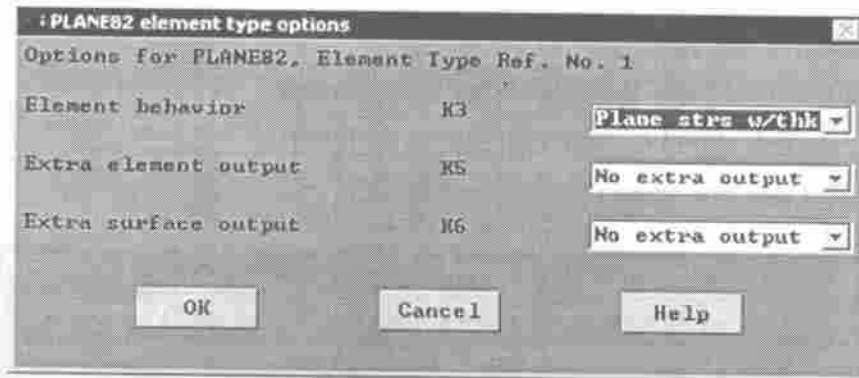


3. Định nghĩa loại phần tử

- + Preprocessor > Element Type > Add/Edit/Delete...
- + Ấn nút [Add...].
- + Chọn phần tử PLANE82; sau đó [OK].

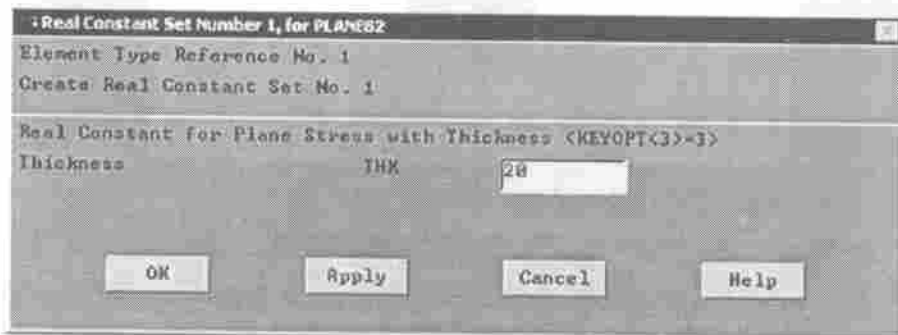


- + Ấn nút [Option...].
- + Đặt Member behavior K3 = Plane strs w/thk; sau đó [OK].
- + Ấn nút [Close].



4. Định nghĩa chiều dày tấm

- + Preprocessor > Real Constants > Add/Edit/Delete...
- + Ấn nút [Add...]; sau đó [OK].
- + Đặt THK = 20; sau đó [OK].



5. Định nghĩa thuộc tính vật liệu

+ Preprocessor > Material Props > Material Models...

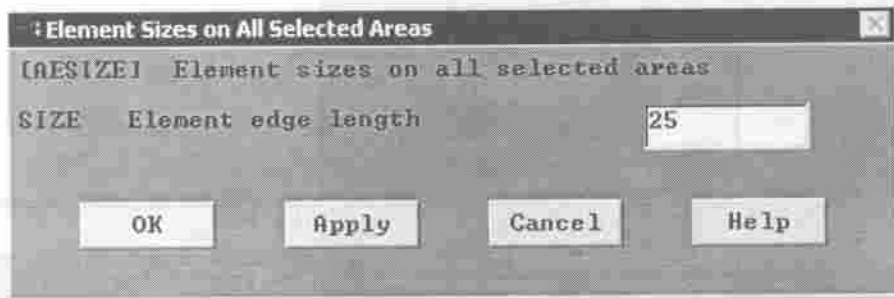
+ Ấn nút Structural > Linear > Elastic > Isotropic

+ Đặt EX = 200000; PRXY = 0.33; sau đó [OK].

6. Đặt kích thước phần tử

+ Preprocessor > Meshing > Size Cntrls > ManualSize > Areas > All Areas

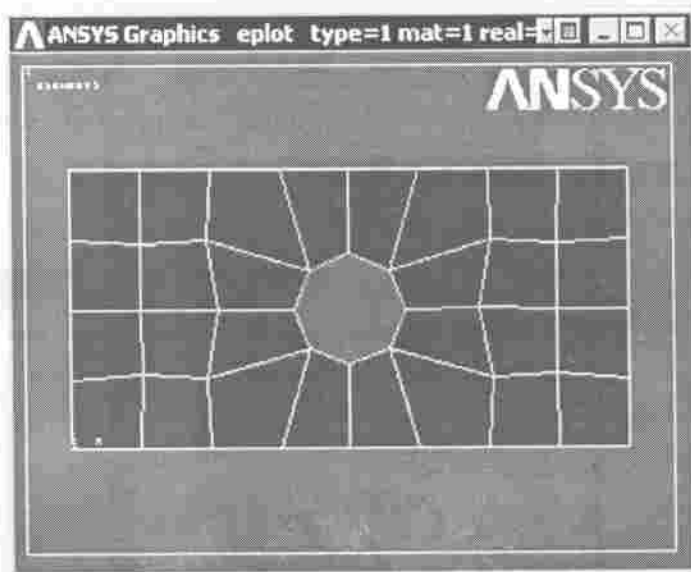
+ Đặt SIZE = 25; sau đó [OK].



7. Chia lưới phần tử

+ Preprocessor > Meshing > Mesh > Areas

+ Ấn nút [Pick All].



Giai đoạn đặt tải trọng và giải

1. Định nghĩa kiểu phân tích

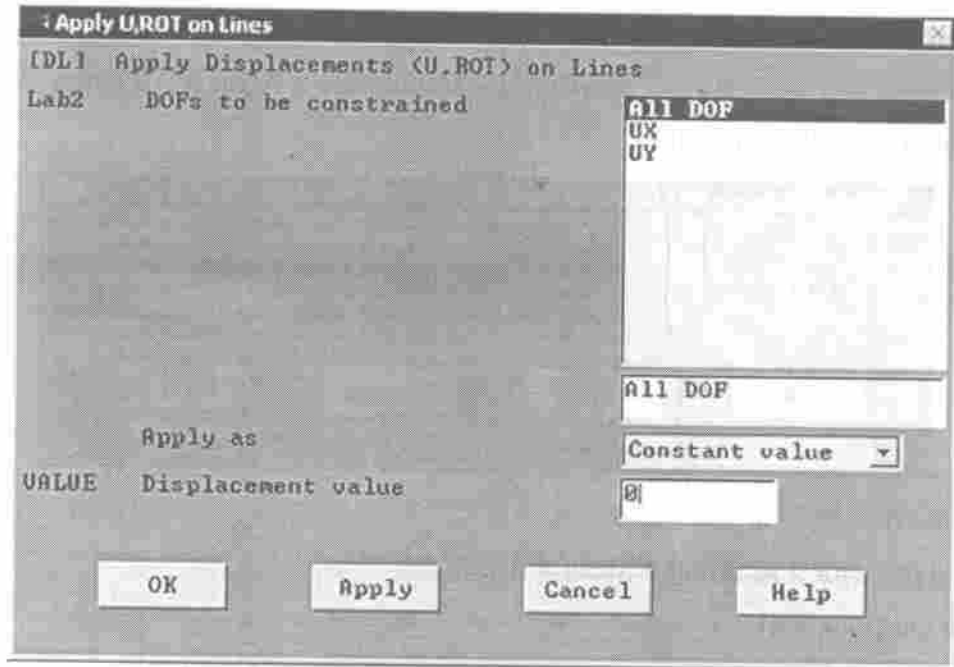
+ Solution > Analysis Type > New Analysis

+ Chọn 'Static'; sau đó [OK].

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

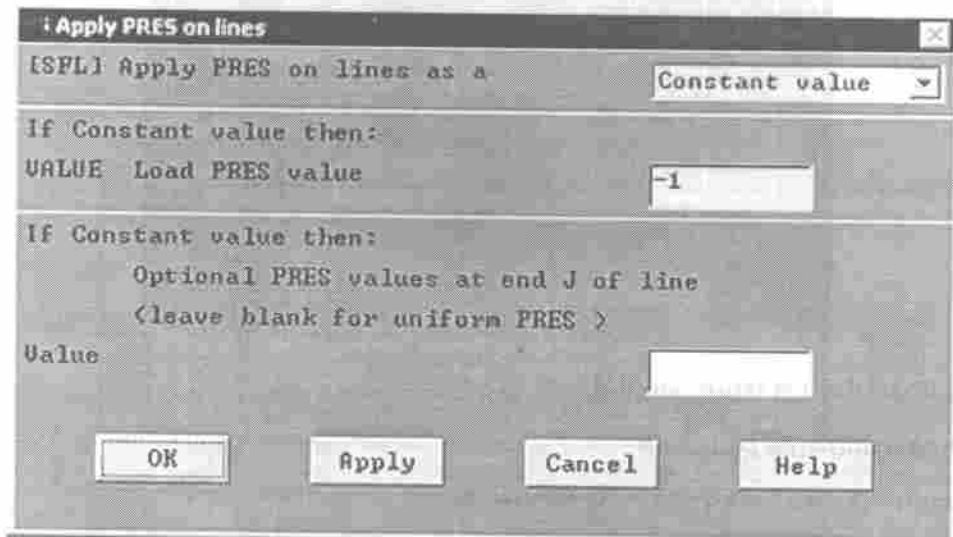
2. Hạn chế chuyển vị

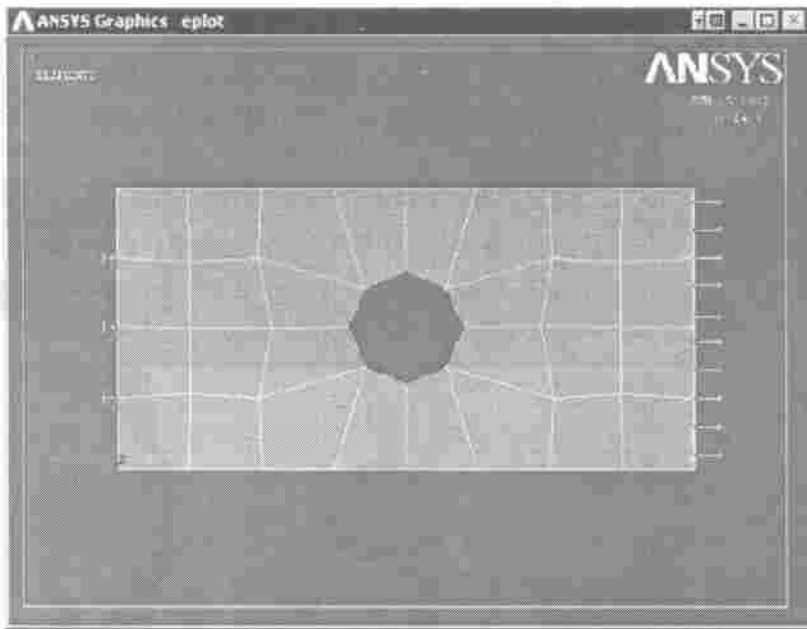
- + Solution > Define Loads > Apply > Structural > Displacement > On Lines
- + Chọn đường bên trái tấm; sau đó [OK].
- + Đặt All DOF = 0; sau đó [OK].



3. Đặt tải

- + Solution > Define Loads > Apply > Structural > Pressure > On Lines
- + Chọn đường bên trái tấm; sau đó [OK].
- + Đặt VALUE = -1; sau đó [OK].





4. Giải

+ Solution > Solve > Current LS.

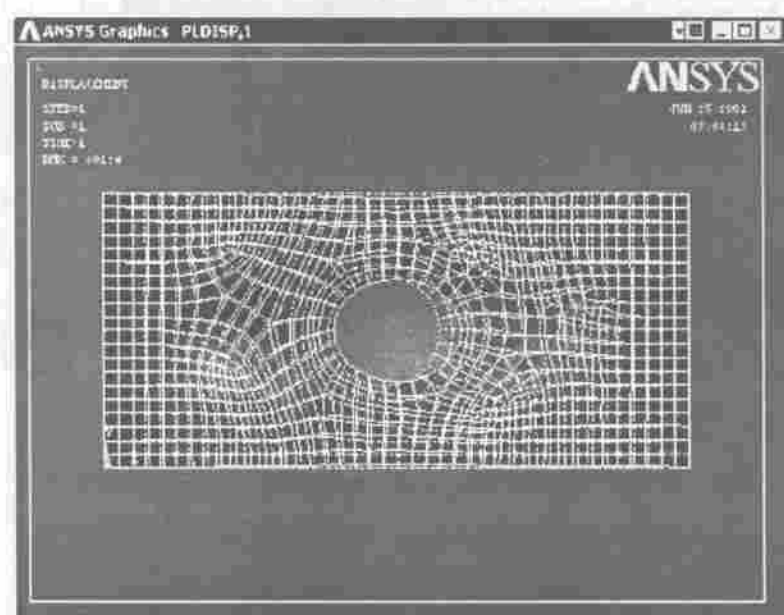
+ Ấn nút [OK].

Giai đoạn khai thác kết quả

1. Hiển thị dạng

+ General Postproc > Plot Results > Deformed Shape.

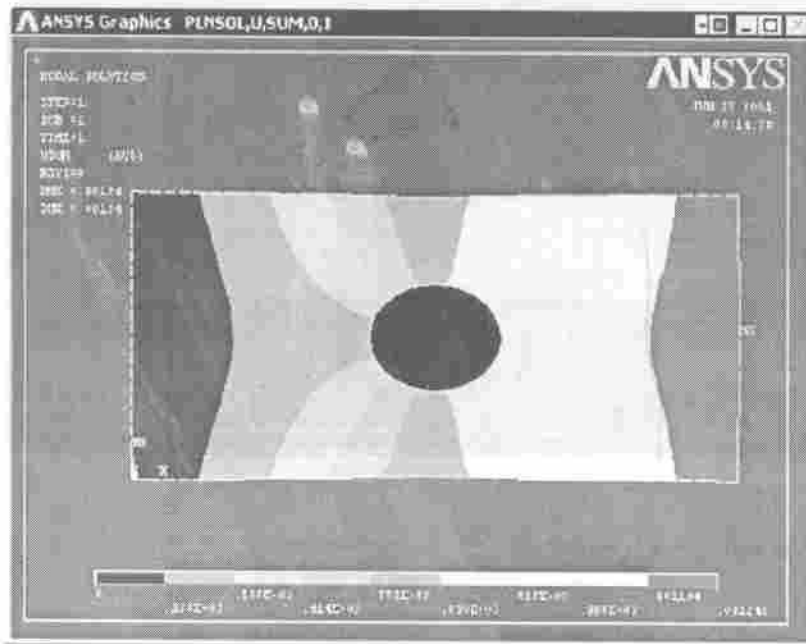
+ Chọn 'Def + undef edge'; sau đó [OK].



2. *Hiển thị trường chuyển vị*

+ General Postproc > Plot results > Contour Plot > Nodal Solution.

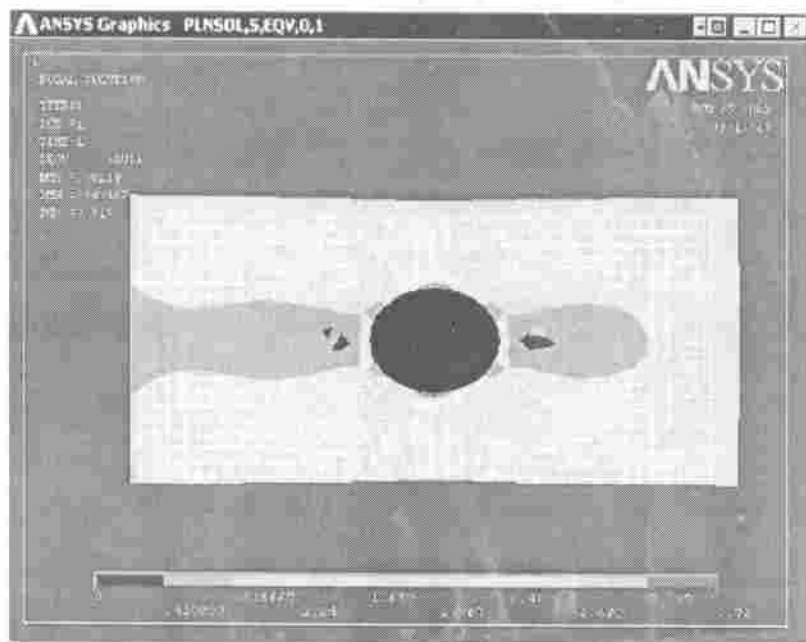
+ Chọn 'DOF solution' là USUM; sau đó [OK].



3. *Hiển thị trường ứng suất tương đương VonMises*

+ General Postproc > Plot Results > Nodal Solution..

+ Chọn Item, Comp = Stress, von Mises SEQV; sau đó [OK].



Lưu trữ và thoát khỏi Ansys

- + Chọn nút [Save_DB] trên thanh công cụ.
- + Chọn nút [Quit] trên thanh công cụ.
- + Chọn “Quit – Nosave!”; sau đó [OK].

Nội dung của ví dụ bằng dòng lệnh Command

```
/title, Bài toán tam chiu keo
/PREP7
BLC4,0,0,200,100          ! Tạo diện chữ nhật
CYL4,100,50,20           ! Tạo diện tròn
ASBA,1,2                  ! Từ diện tích
ET,1,PLANE42             ! Định nghĩa phần tử
KEYOPT,1,3,3
R,1,20                    ! Định nghĩa hằng số
MP,EX,1,200000           ! Định nghĩa vật liệu
MP,PRXY,1,0.3
AESIZE,ALL,5
AMESH,ALL                ! Chia lưới phần tử
FINISH
/SOLU
ANTYPE,0
DL,4, ,ALL,0             ! Hạn chế chuyển vị
SFL,2,PRES,-1           ! Đặt tải
SOLVE                    ! Giải
FINISH
/POST1
PLNSOL,S,EQV
```

Chương 14

GIẢI BÀI TOÁN ỔN ĐỊNH

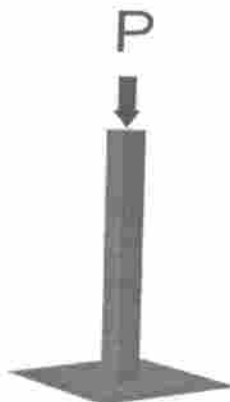
Trong lĩnh vực kết cấu công trình, ổn định là tính chất của công trình có khả năng giữ được vị trí ban đầu hoặc giữ được dạng cân bằng ban đầu trong trạng thái biến dạng tương ứng với các tải trọng tác dụng.

Vị trí của công trình hay dạng cân bằng ban đầu trong trạng thái biến dạng của công trình được gọi là ổn định dưới tác dụng của tải trọng nếu như sau khi gây cho công trình một độ lệch rất nhỏ khỏi vị trí ban đầu hoặc dạng cân bằng ban đầu một nguyên nhân bất kỳ nào đó ngoài tải trọng đã có rồi bỏ nguyên nhân đó đi thì công trình sẽ có khuynh hướng quay trở về trạng thái ban đầu. Tùy theo các nguyên nhân gây ra trong công trình các biến dạng đàn hồi hay đàn dẻo, công trình sẽ phục hồi trạng thái ban đầu hoàn toàn hay không hoàn toàn.

Vị trí của công trình hay dạng cân bằng ban đầu trong trạng thái biến dạng của công trình được gọi là không ổn định dưới tác dụng của tải trọng nếu như sau khi gây cho công trình một độ lệch rất nhỏ khỏi vị trí ban đầu hoặc dạng cân bằng ban đầu một nguyên nhân bất kỳ nào đó ngoài tải trọng đã có rồi bỏ nguyên nhân đó đi thì công trình sẽ có không quay trở về trạng thái ban đầu. Lúc này, độ lệch của công trình không có khuynh hướng giảm dần mà có thể tiếp tục phát triển cho đến khi công trình có vị trí mới hoặc dạng cân bằng mới.

Bước quá độ của công trình từ trạng thái ổn định sang trạng thái không ổn định gọi là làm mất ổn định. Giới hạn đầu của bước quá độ đó gọi là trạng thái tới hạn của công trình. Tải trọng tương ứng với trạng thái tới hạn gọi là tải trọng tới hạn.

VÍ DỤ 14.1. BÀI TOÁN ỔN ĐỊNH KHI UỐN DỌC



Giới thiệu

Ở phần này chúng ta phân tích ổn định của cột thép có mặt cắt ngang 10mmx10mm nằm cứng ở chân.

PHÂN TÍCH ỔN ĐỊNH THEO TRỊ RIÊNG

Giai đoạn xây dựng mô hình hình học và chia lưới phần tử

1. Đặt tên cho bài toán

- + Utility Menu > File > Change Title
- + Đặt TITLE = Phân tích ổn định theo trị riêng.

2. Định nghĩa 2 điểm mới

- + Preprocessor > Modeling > Create > Keypoints > In Active CS
- + Điểm thứ nhất 1, X = 0; Y = 0; sau đó [Apply].
- + Điểm thứ hai 2, X = 0; Y = 100; sau đó [OK].

3. Định nghĩa 1 đường mới

- + Preprocessor > Modeling > Create > Lines > Lines > Straight Line.
- + Chọn điểm 1, điểm 2; sau đó [OK].

4. Định nghĩa loại phần tử

- + Preprocessor > Element Type > Add/Edit/Delete...
- + Ấn nút [Add...].
- + Chọn phần tử BEAM3.
- + Ấn nút [Close].

5. Định nghĩa diện tích, mô men quán tính và chiều cao dầm

- + Preprocessor > Real Constants... > Add...
- + Chọn nút [Add...]; nút [OK].
- + Đặt AREA = 100, IZZ (mômen quán tính) = 833.333, HEIGHT = 10.

6. Định nghĩa thuộc tính vật liệu

- + Preprocessor > Material Props > Material Models > Structural > Linear > Elastic > Isotropic
- + Đặt EX = 200000 (môđun đàn hồi của thép), PRXY = 0.3 (hệ số Poisson); sau đó [OK].

7. Đặt kích thước lưới

- + Preprocessor > Meshing > Size Cntrls > ManualSize > Lines > All Lines...

+ Đặt SIZE = 10 (kích thước của phần tử); sau đó [OK].

8. Chia lưới phần tử

+ Preprocessor > Meshing > Mesh > Lines > ấn nút [Pick All]

Giai đoạn đặt tải trọng và giải

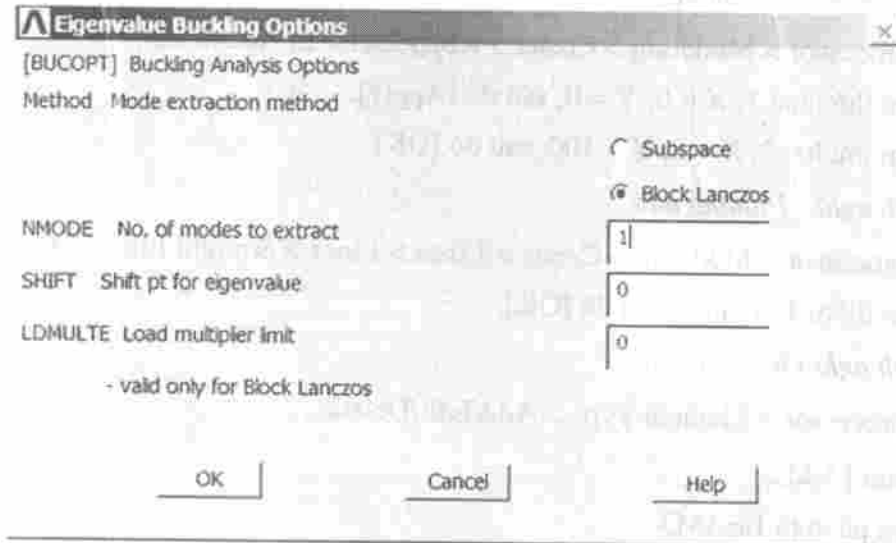
1. Chọn kiểu phân tích

+ Solution > Analysis Type > New Analysis...

+ Chọn “Eigen Buckling”; sau đó [OK].

+ Solution > Analysis Type > Analysis Options

+ Chọn “Block Lanczos” và NMODE = 1; sau đó [OK].

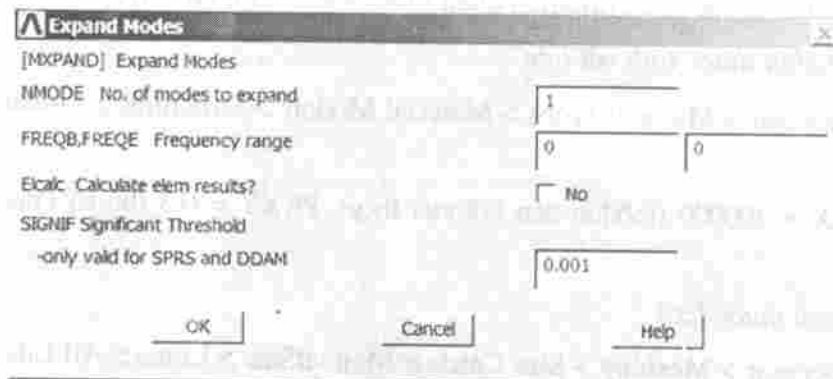


+ Solution > Analysis Type > Expansion Pass

+ Chọn “Expansion Pass” là ON; sau đó [OK].

+ Solution > Load Step Opts > ExpansionPass > Single Expand > Expand Modes ...

+ Đặt NMODE = 1; sau đó [OK].

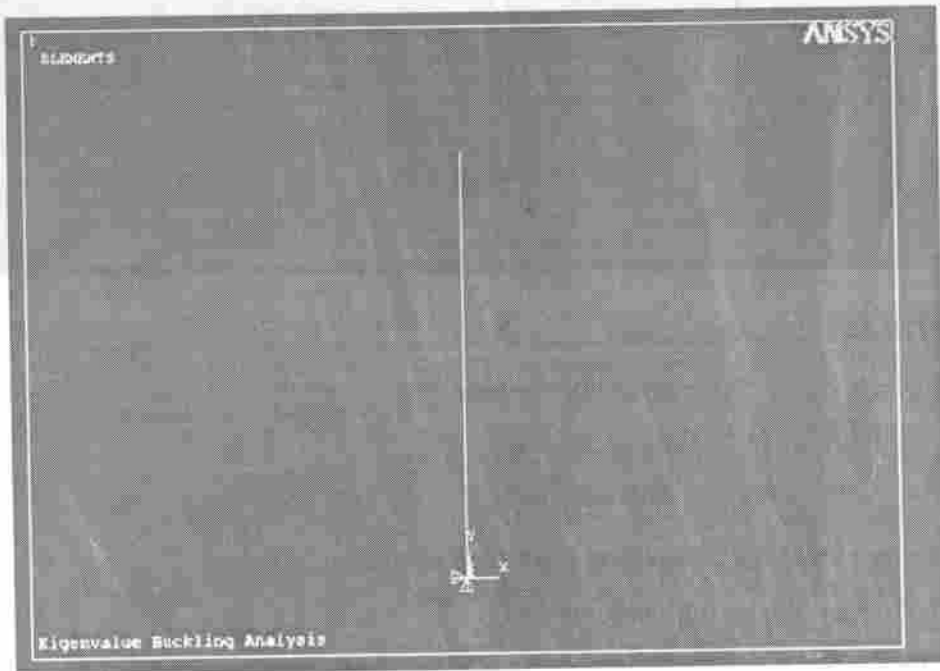


2. Hạn chế chuyển vị

- + Solution > Define Loads > Apply > Structural > Displacement > On Keypoints
- + Chọn điểm 1; sau đó [OK].
- + Đặt All DOF = 0; sau đó [OK].

3. Đặt tải trọng lên dầm

- + Structural > Force/Moment > on Keypoints.
- + Chọn điểm 2; sau đó [OK].
- + Chọn 'Direction of force/mom' là FY; VALUE = -1; sau đó [OK].



4. Giải

- + Solution > Solve > Current LS
- + Ấn nút [OK].

Giai đoạn khai thác kết quả

1. *Hiển thị tải trọng gây mất ổn định*

- + General Postproc > List Results > Detailed Summary

Giá trị tải trọng 41123N là tải trọng mà tại đó cột mất ổn định.

2. *Hiển thị biến dạng của cột*

- + General Postproc > Read Results > Last Set
- + General Postproc > Plot Results > Deformed Shape



Lưu trữ và thoát khỏi Ansys

- + Chọn nút [Save_DB] trên thanh công cụ.
- + Chọn nút [Quit] trên thanh công cụ.
- + Chọn "Quit – Nosave!"; sau đó [OK].

Nội dung của ví dụ bằng dòng lệnh Command

/TITLE, Phan tich on dinh theo tri rieng

/PREP7

ET,1,BEAM3 ! Định nghĩa phần tử

R,1,100,833.333,10 ! Định nghĩa hằng số

MP,EX,1,200000 ! Định nghĩa vật liệu

MP,PRXY,1,0.3

K,1,0,0 ! Định nghĩa điểm mới

K,2,0,100

L,1,2 ! Định nghĩa đường mới

ESIZE,10

LMESH,ALL,ALL ! Chia lưới phần tử

FINISH

/SOLU

ANTYPE,STATIC

PSTRES,ON

DK,1,ALL ! Hạn chế chuyển vị

FK,2,FY,-1 ! Đặt tải

SOLVE

FINISH

/SOLU

ANTYPE,BUCKLE

BUCOPT,LANB,1

SOLVE

FINISH

/SOLU

EXPASS,ON

MXPAND,1

SOLVE

FINISH

/POST1

SET,LIST

SET,LAST

PLDISP ! Vẽ chuyển vị

VÍ DỤ 14.2. PHÂN TÍCH ỔN ĐỊNH THEO BÀI TOÁN PHI TUYẾN

Giai đoạn xây dựng mô hình hình học và chia lưới phần tử

Các thao tác đều tương tự như phần trước trừ mục 7 (xem ví dụ 14.1).

7. Đặt kích thước lưới

+ Preprocessor > Meshing > Size Cntrls > ManualSize > Lines > All Lines...

+ Đặt SIZE = 1 (kích thước của phần tử); sau đó [OK].

Giai đoạn đặt tải trọng và giải

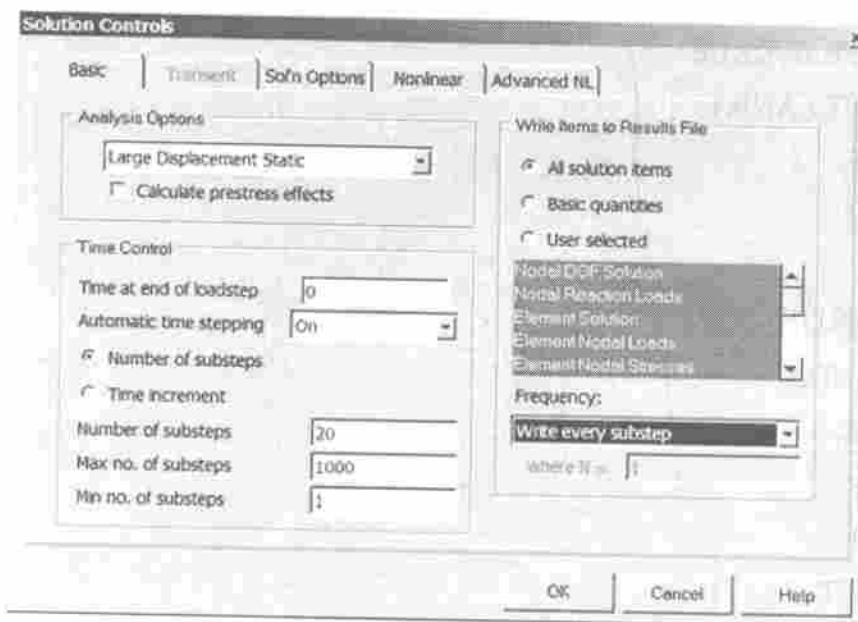
1. Định nghĩa kiểu phân tích

+ Solution > Analysis Type > New Analysis

+ Chọn 'Static'; sau đó [OK].

2. Đặt chế độ phân tích

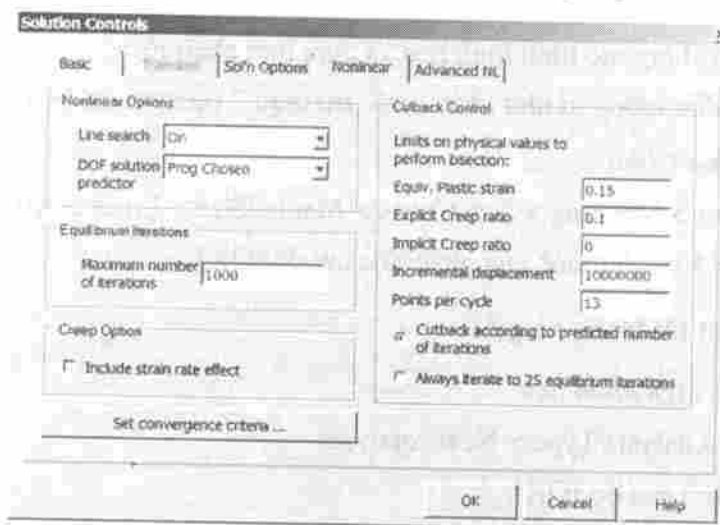
- + Select Solution > Analysis Type > Sol'n Control...
- + Chọn 'Large Static Displacements Static'.
- + Đặt Automatic time là On.
- + Đặt number of substeps là 20; maximum number of substeps là 1000.
- + Đặt minimum number of substeps là 1.
- + Chọn 'Write every substeps'.



Chọn tab 'Nonlinear'.

+ Đặt Line Search là On.

+ Đặt Maximum Number of Iterations là 1000; sau đó [OK].

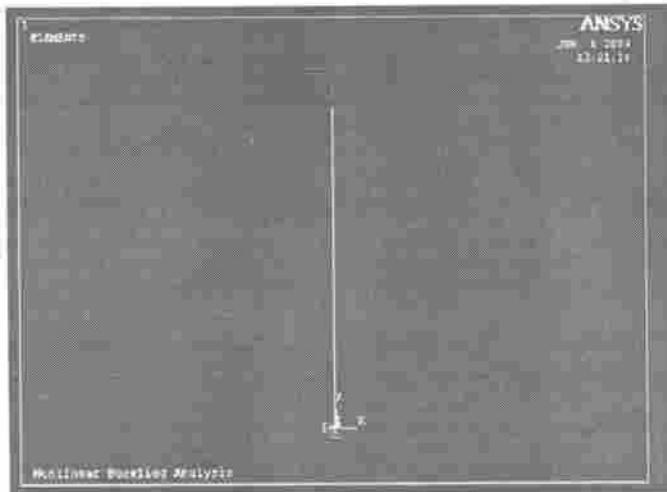


3. Hạn chế chuyển vị

- + Solution > Define Loads > Apply > Structural > Displacement > On Keypoints
- + Chọn điểm 1; sau đó [OK].
- + Đặt All DOF = 0; sau đó [OK].

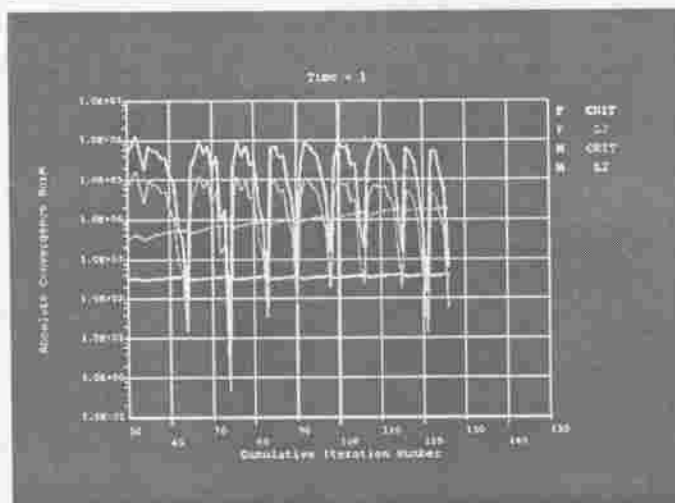
4. Đặt tải trọng lên dầm

- + Structural > Force/Moment > on Keypoints.
- + Chọn điểm 2; sau đó [OK].
- + Chọn 'Direction of force/mom' là FY; VALUE = -50000; sau đó [Apply].
- + Chọn điểm 2; sau đó [OK].
- + Chọn 'Direction of force/mom' là FX; VALUE = -250; sau đó [OK].



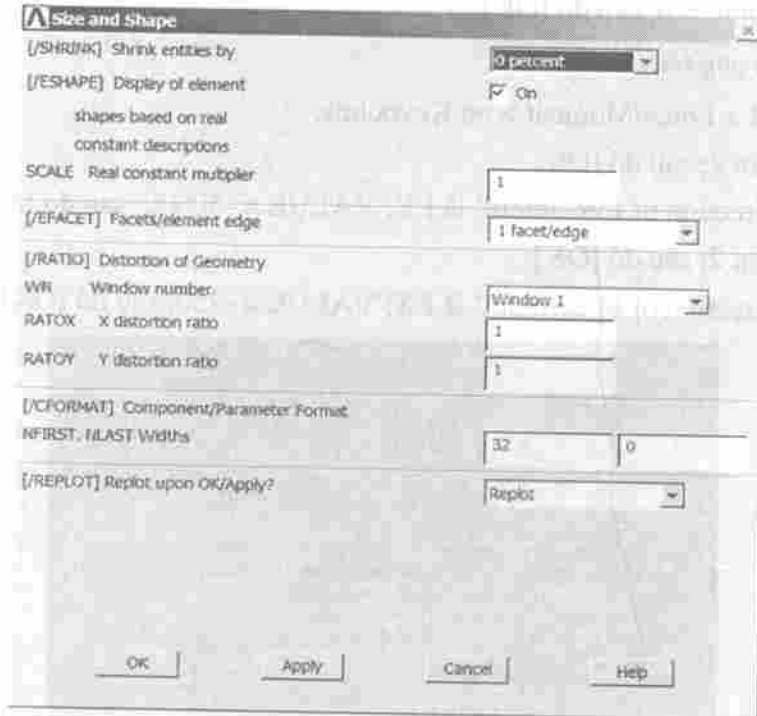
5. Giải

- + Solution > Solve > Current LS
- + Ấn nút [OK].



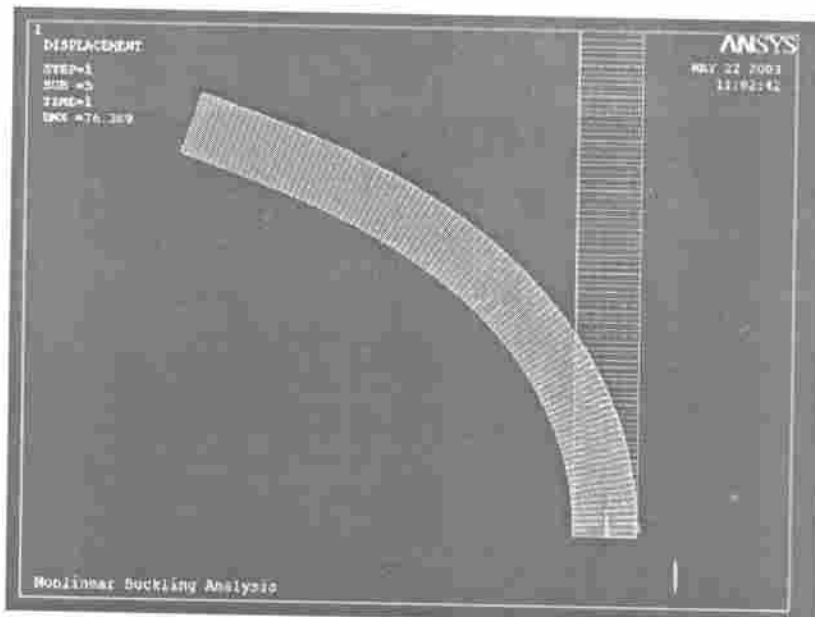
Giai đoạn khai thác kết quả

- + Utility Menu > PlotCtrls > Style > Size and Shape
- + Đặt 'Display of element' là ON; sau đó [OK].



1. *Hiện thị biến dạng*

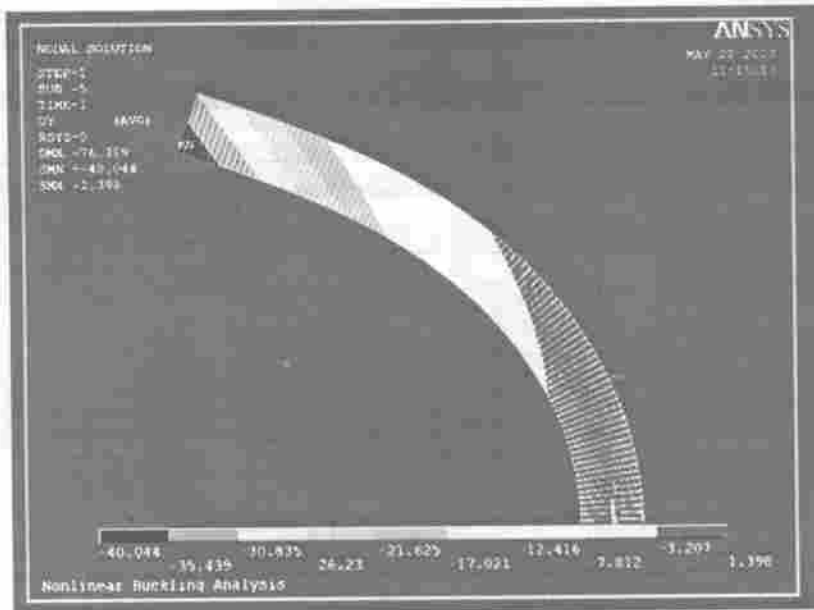
- + General Postproc > Plot Results > Deformed Shape...
- + Chọn "Def + undeformed"; sau đó [OK].



Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

+ General Postproc > Plot Results > Contour Plot > Nodal Solu...

+ Đặt Item, Comp = DOF solution, UY; sau đó [OK].



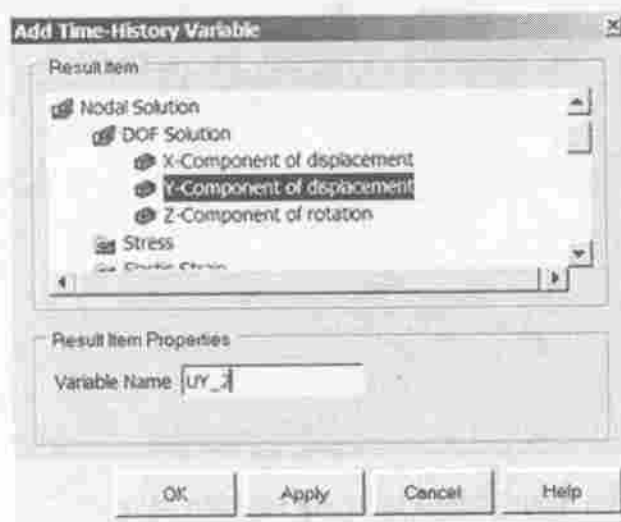
2. *Hiện thị biểu đồ quan hệ giữa tải trọng và biến dạng*

+ Main Menu > TimeHist Postpro

+ Ấn nút 

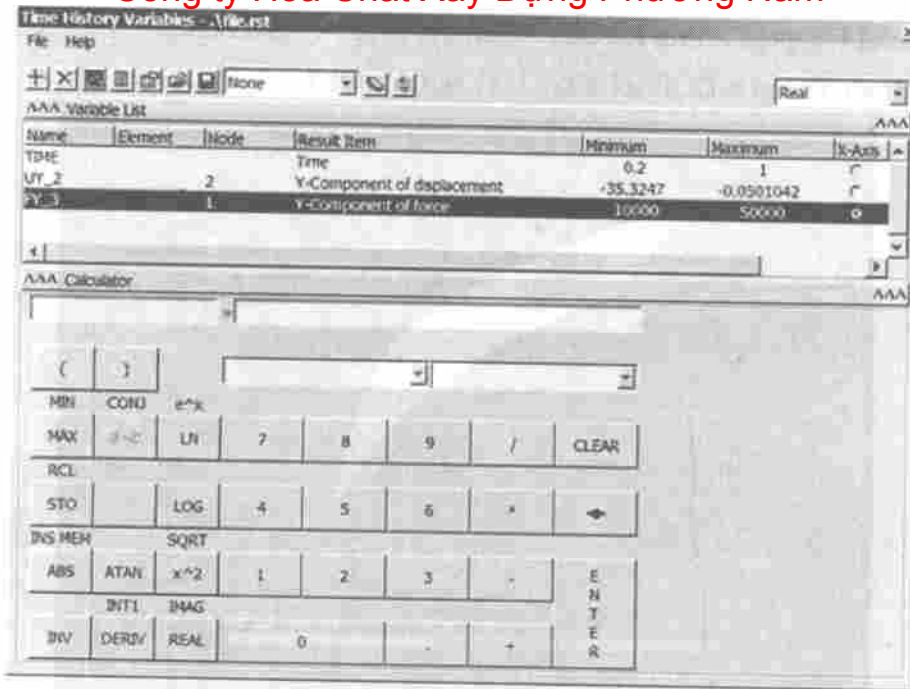
+ Nodal Solution > DOF Solution > Y-Component of displacement

+ Chọn điểm 2; sau đó [Apply].



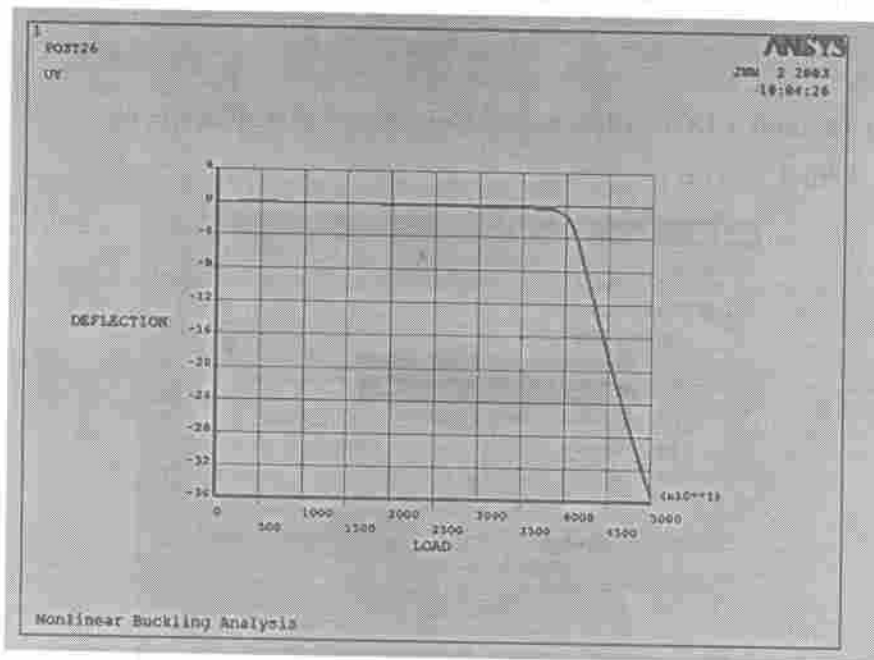
+ Reaction Forces > Structural Forces > Y-Component of Force

+ Chọn điểm 1; sau đó [OK].



+ Chọn UY_2 trong cửa sổ Time History Variables.

+ Ấn nút .



Biểu đồ trên biểu thị quan hệ giữa tải trọng với biến dạng.

Lưu trữ và thoát khỏi Ansys

+ Chọn nút [Save_DB] trên thanh công cụ.

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

- + Chọn nút [Quit] trên thanh công cụ.
- + Chọn “Quit – Nosave!”; sau đó [OK].

Nội dung của ví dụ bằng dòng lệnh Command

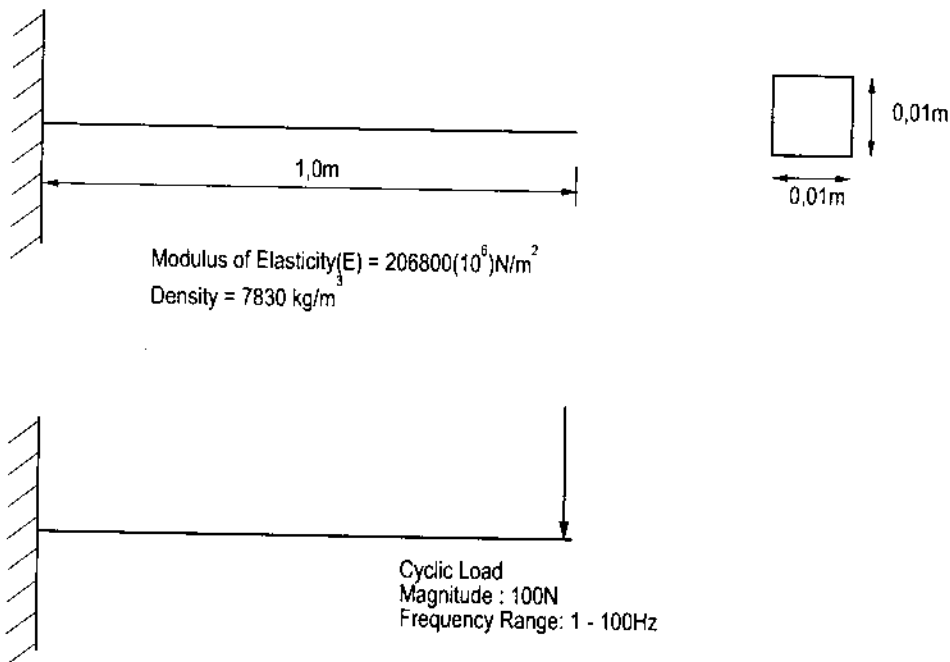
```
/TITLE, Phan tich phi tuyen
/PREP7
ET,1,BEAM3          ! Định nghĩa phần tử
MP,EX,1,200000      ! Định nghĩa vật liệu
MP,PRXY,1,0.3
R,1,100,833.333,10  ! Định nghĩa hằng số
K,1,0,0,0           ! Định nghĩa điểm mới
K,2,0,100,0
L,1,2               ! Định nghĩa đường mới
ESIZE,1
LMESH,ALL           ! Chia lưới phần tử
FINISH
/SOLU
ANTYPE,STATIC
NLGEOM,ON
OUTRES,ALL,ALL
NSUBST,20
NEQIT,1000
AUTOTS,ON
LNSRCH,ON
/ESHAPE,1
DK,1,ALL,0         ! Hạn chế chuyển vị
FK,2,FY,-50000     ! Đặt tải
FK,2,FX,-250
SOLVE
FINISH
/POST26
RFORCE,2,1,F,Y
NSOL,3,2,U,Y
XVAR,2
PLVAR,3
/AXLAB,Y,DEFLECTION
/AXLAB,X,LOAD
/REPLOT
```

Chương 15

GIẢI BÀI TOÁN DAO ĐỘNG

Dao động là một quá trình trong đó một đại lượng vật lý thay đổi theo thời gian mà có một đặc điểm nào đó lặp lại ít nhất một lần. Dao động là một hiện tượng phổ biến trong tự nhiên và trong kỹ thuật. Các máy, các phương tiện giao thông vận tải, các tòa nhà cao tầng, những chiếc cầu bắc ngang qua các dòng sông... là các hệ dao động trong kỹ thuật. Các quá trình dao động được phân loại tùy theo các quan điểm khác nhau. Căn cứ vào cơ cấu gây nên dao động người ta phân thành dao động tự do, dao động cưỡng bức, dao động tham số, tự dao động. Căn cứ vào số bậc tự do người ta phân thành dao động hệ một bậc tự do, dao động hệ n bậc tự do, dao động hệ vô hạn bậc tự do. Căn cứ vào phương trình dao động người ta phân thành dao động tuyến tính, dao động phi tuyến. Căn cứ vào dạng chuyển động, người ta phân thành dao động dọc, dao động xoắn, dao động uốn...

VÍ DỤ 15.1. BÀI TOÁN PHÂN TÍCH SỰ LÀM VIỆC CỦA DÂY CÔNG XON CHỊU TẢI TRỌNG ĐỘNG TẬP TRUNG ĐIỀU HOÀ



Giai đoạn xây dựng mô hình hình học và chia lưới phần tử

1. Đặt tên cho bài toán

- + Utility Menu > File > Change Title
- + Đặt TITLE = Bai toan dam congxon chiu tai trong dong.

2. Định nghĩa 2 điểm mới

- + Preprocessor > Modeling > Create > Keypoints > In Active CS
- + Điểm thứ nhất 1, X = 0; Y = 0; sau đó [Apply].
- + Điểm thứ hai 2, X = 1; Y = 0; sau đó [OK].

3. Định nghĩa 1 đường mới

- + Preprocessor > Modeling > Create > Lines > Lines > Straight Line.
- + Chọn điểm 1, điểm 2; sau đó [OK].

4. Định nghĩa loại phần tử

- + Preprocessor > Element Type > Add/Edit/Delete...
- + Ấn nút [Add...].
- + Chọn phần tử BEAM3; sau đó [OK].
- + Ấn nút [Close].

5. Định nghĩa mặt cắt ngang dầm

- + Preprocessor > Real Constants > Add/Edit/Delete...
- + Ấn nút [Add...]; sau đó [OK].
- + Đặt AREA = 0.0001; IZZ = 8.333E-10; HEIGHT = 0.01; sau đó [OK].
- + Ấn nút [Close].

6. Định nghĩa thuộc tính vật liệu

- + Preprocessor > Material Props > Material Models...
- + Ấn nút Structural > Linear > Elastic > Isotropic
- + Đặt EX = 2.068E+11 ; PRXY = 0.3; sau đó [OK].
- + Ấn nút Structural > Density
- + Đặt DENS = 7830; sau đó [OK].

7. Đặt kích thước lưới

- + Preprocessor > Meshing > Size Cntrls > ManualSize > Lines > All Lines
- + Đặt NDIV = 10; sau đó [OK].

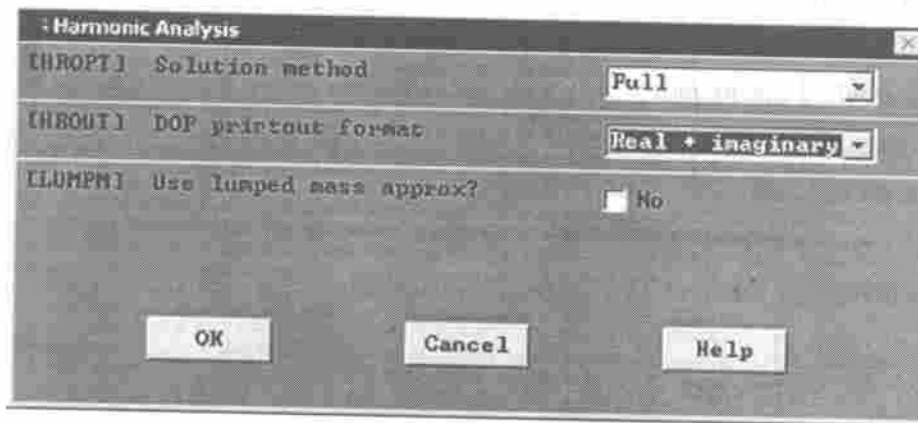
8. Chia lưới phần tử

- + Preprocessor > Meshing > Mesh > Lines
- + Ấn nút [Pick All].

Giai đoạn đặt tải trọng và giải

1. Định nghĩa kiểu phân tích

- + Solution > Analysis Type > New Analysis
- + Chọn 'Harmonic'; sau đó [OK].
- + Solution > Analysis Type > Analysis Options..
- + Chọn 'Solution method' là Full ấn [OK].
- + Ấn [OK].

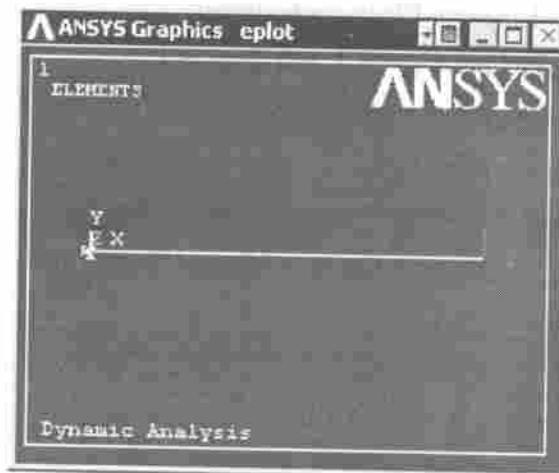


2. Hạn chế chuyển vị

- + Solution > Define Loads > Apply > Structural > Displacement > On nodes
- + Chọn nút 1 tại vị trí $X = 0$; sau đó [OK].
- + Đặt All DOF = 0; sau đó [OK].

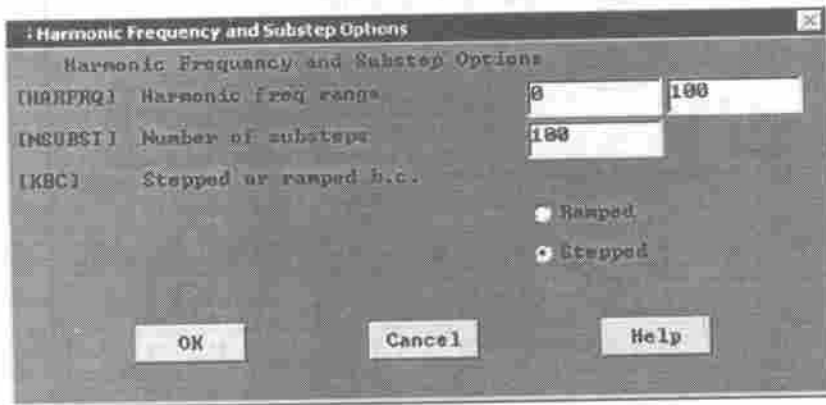
3. Đặt tải trọng lên dầm

- + Solution > Define Loads > Apply > Structural > Force/Moment > On Nodes
- + Chọn nút 2 tại vị trí $X = 1$; sau đó [OK].
- + Đặt $FY = 100$; sau đó [OK].



4. Đặt tần số của tải trọng

- + Solution > Load Step Opts > Time/Frequency > Freq and Substps...
- + Đặt 'Harmonic freq range' là 0 đến 100, 'Number of substeps' là 100.
- + Chọn KBC là Stepped ; sau đó [OK].

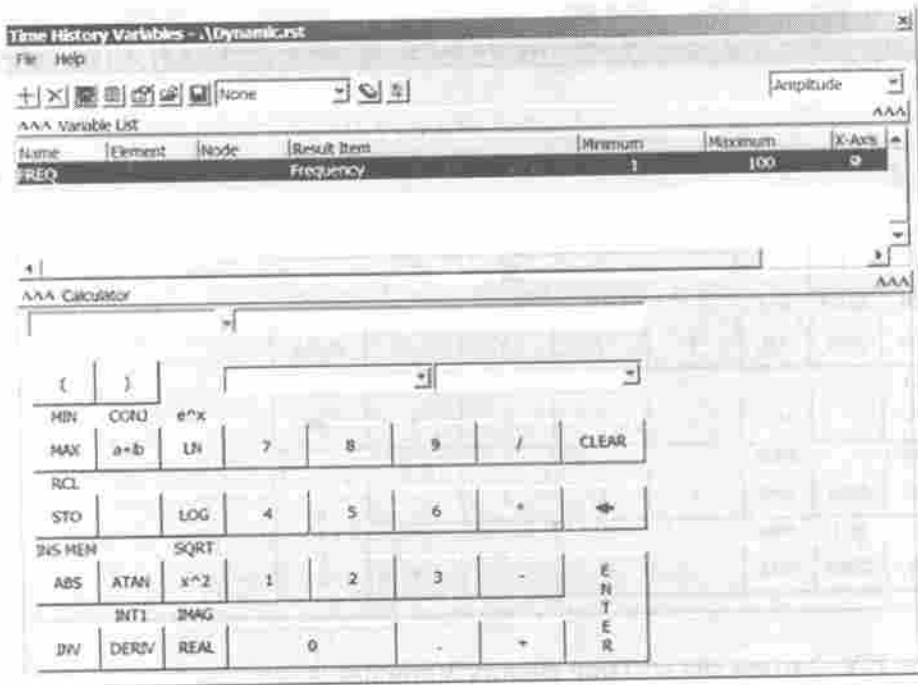


5. Giải

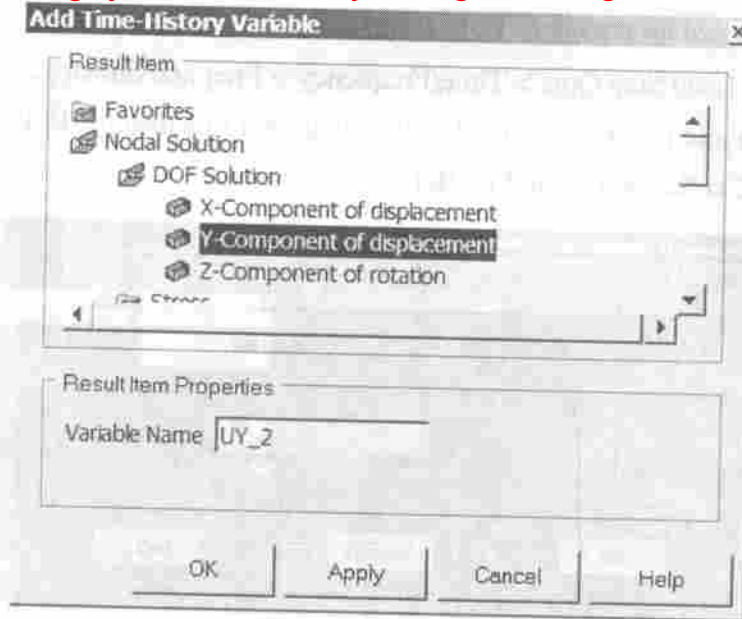
- + Solution > Solve > Current LS
- + Ấn nút [OK].

Giai đoạn khai thác kết quả

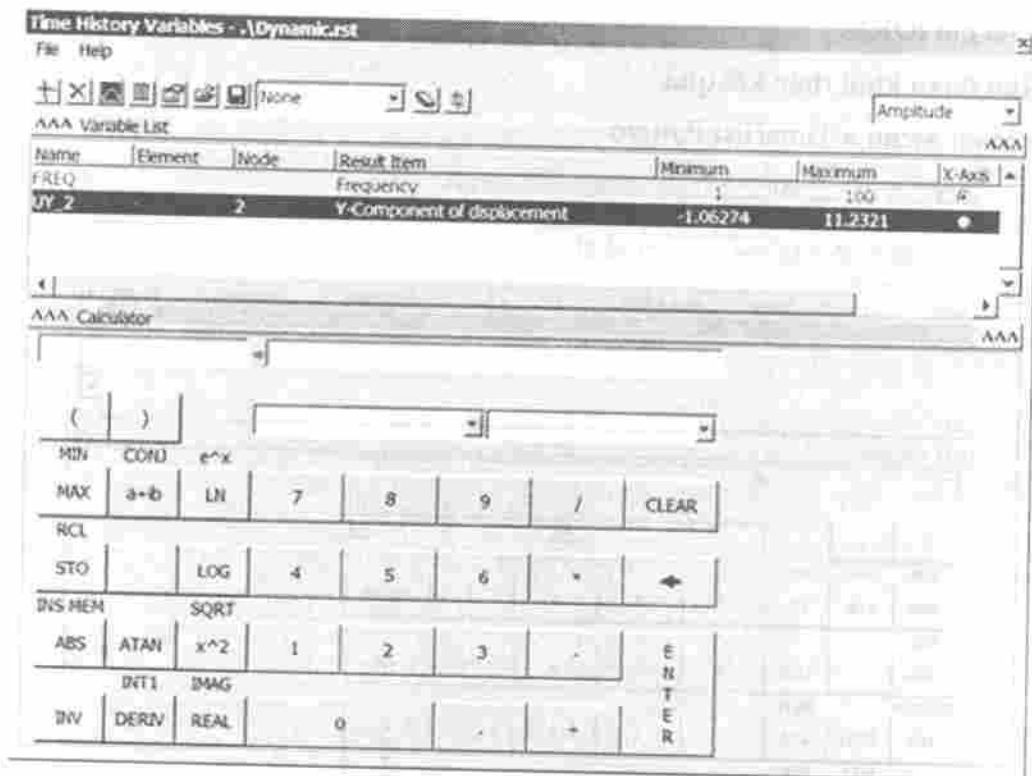
- + Main Menu > TimeHist Postpro




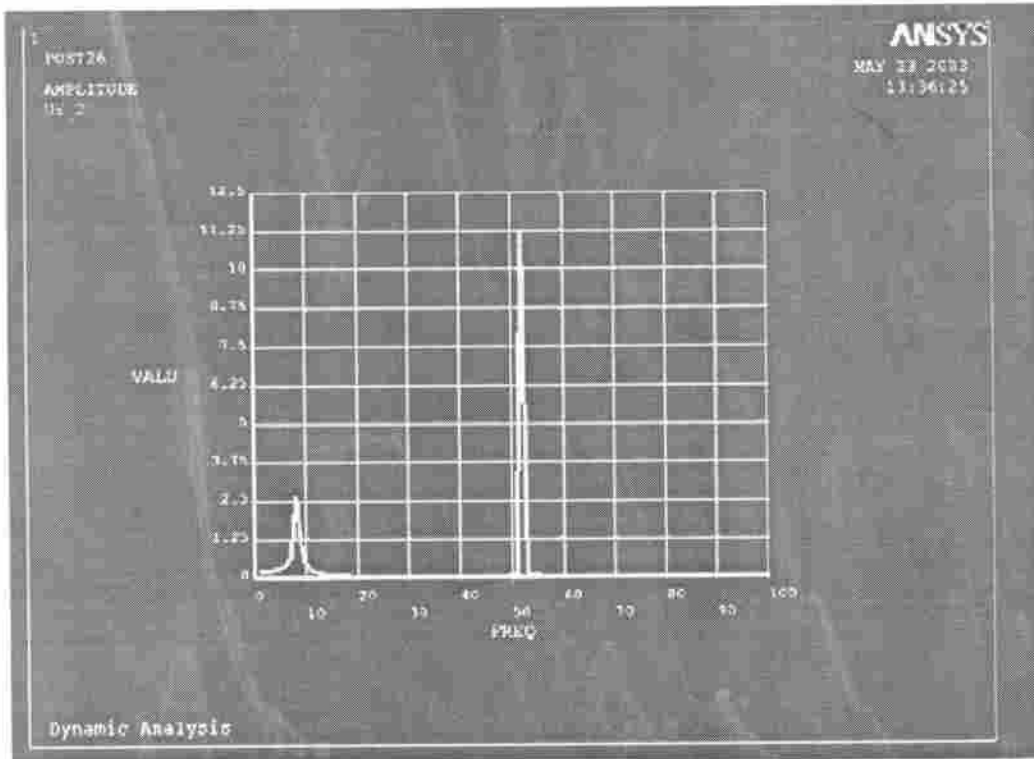
- + Ấn nút



- + Nodal Solution > DOF Solution > Y-Component of displacement
- + Chọn node 2; sau đó [Apply].



- + Chọn UY_2 trong cửa sổ Time History Variables.
- + Ấn nút .



Lưu trữ và thoát khỏi Ansys

- + Chọn nút [Save_DB] trên thanh công cụ.
- + Chọn nút [Quit] trên thanh công cụ.
- + Chọn “Quit – Nosave!”; sau đó [OK].

Nội dung của ví dụ bằng dòng lệnh Command

/TITLE, Bài toán dầm conxon chịu tải trọng động

/PREP7

K,1,0,0 ! Định nghĩa điểm

K,2,1,0

L,1,2 ! Định nghĩa đường

ET,1,BEAM3 ! Định nghĩa kiểu phần tử

R,1,0.0001,8.33e-10,0.01 ! Định nghĩa hằng số

MP,EX,1,2.068e11 ! Định nghĩa vật liệu

MP,PRXY,1,0.33

MP,DENS,1,7830

LESIZE,ALL,,,10

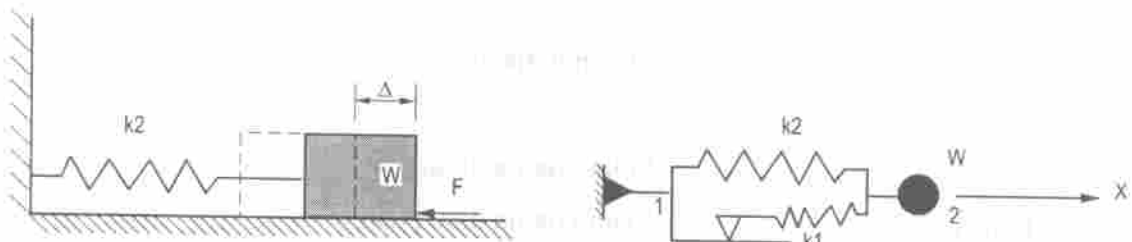
```

LMESH,1 ! Chia lưới phần tử
FINISH
/SOLU
ANTYPE,3
DK,1,ALL ! Hạn chế chuyển vị
FK,2,FY,100 ! Đặt tải
HARFRQ,0,100,
NSUBST,100,
KBC,1
SOLVE
FINISH
/POST26
NSOL,2,2,U,Y,UY_2
STORE,MERGE
PRVAR,2
PLVAR,2
    
```

VÍ DỤ 15.2. BÀI TOÁN DAO ĐỘNG CỦA HỆ MỘT BẬC TỰ DO

Giới thiệu

Vẽ đồ thị dao động của hệ một bậc tự do có ma sát khô (hay ma sát Coulomb). Với $W = 10\text{lb}$, $k_2 = 30\text{ lb/in}$ (độ cứng) và khối lượng $m = W/g$ (khối lượng), $d = 11\text{ in}$, $F = 1.875\text{ lb}$; điều kiện ban đầu $X(t = 0) = 0$; $\dot{X}(t = 0) = -1$.



Giai đoạn xây dựng mô hình hình học và chia lưới phần tử

1. Đặt tên cho bài toán

+ Utility Menu > File > Change Title

+ Đặt TITLE = Bài toán dao động 1 bậc tự do.

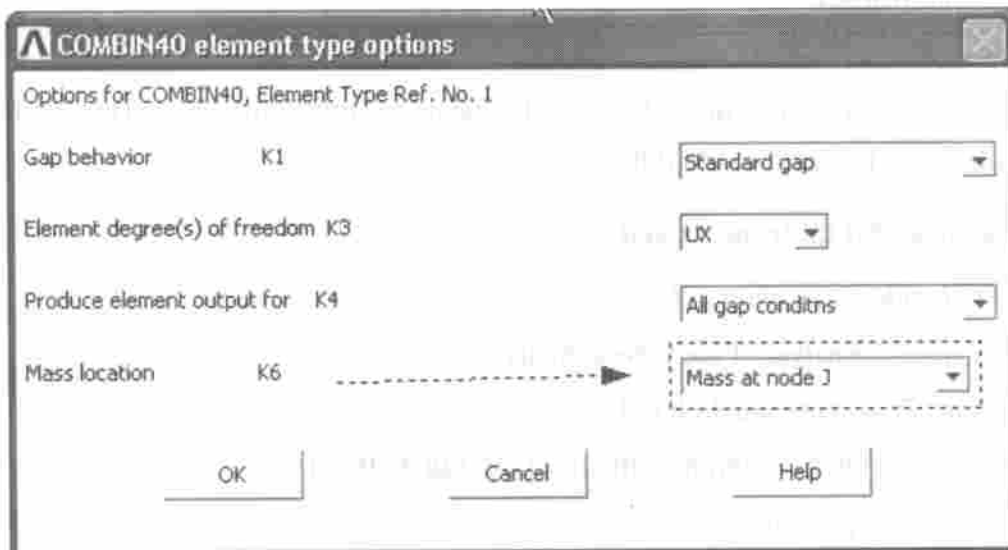
2. Định nghĩa 2 nút mới

- + Preprocessor > Modeling > Create > Nodes > In Active CS
- + Nút thứ nhất 1, X = 0; Y = 0; sau đó [Apply].
- + Nút thứ hai 2, X = 1; Y = 0; sau đó [OK].



3. Định nghĩa loại phần tử

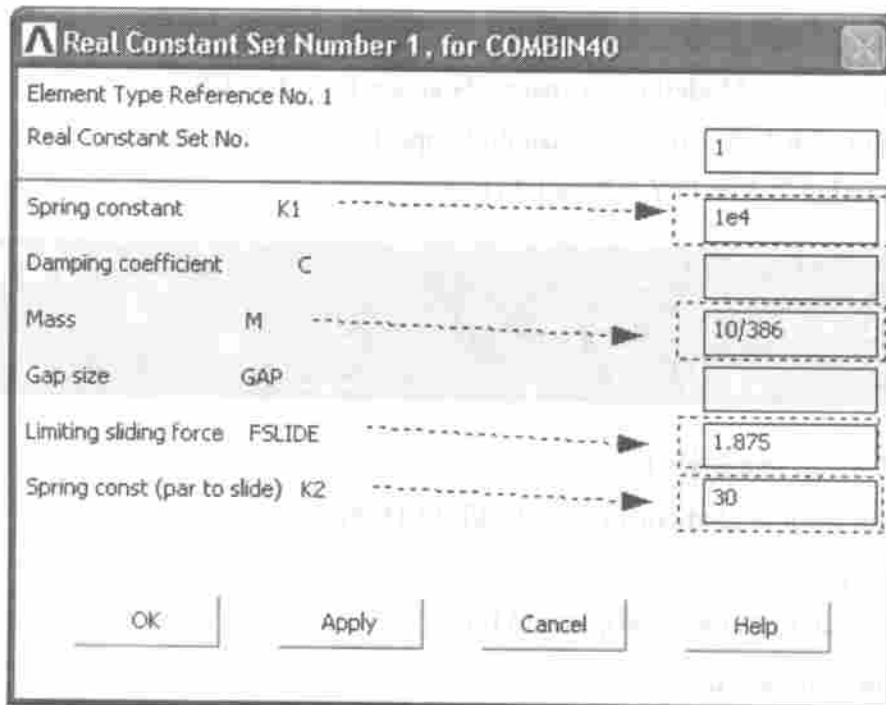
- + Preprocessor > Element Type > Add/Edit/Delete...
- + Ấn nút [Add...].
- + Chọn phần tử COMBIN40; sau đó [OK].
- + Ấn nút [Option...].
- + Chọn K6 (Mass location) = "Mass at node J"; sau đó [OK].



- + Ấn nút [Close].

4. Định nghĩa độ cứng và khối lượng của phần tử

- + Preprocessor > Real Constants > Add/Edit/Delete...
- + Ấn nút [Add...], chọn phần tử COMBIN40; sau đó [OK].
- + Đặt K = 1000 (độ cứng lò xo), M = 10/386 (khối lượng), FSLIDE = 1.875, K2 = 30; sau đó [OK].



+ Ấn nút [Close].

5. Tạo phần tử

- + Preprocessor > Modeling > Create > Elements > Auto Numbered > Thru Nodes
- + Chọn nút 1, nút 2; sau đó [OK].

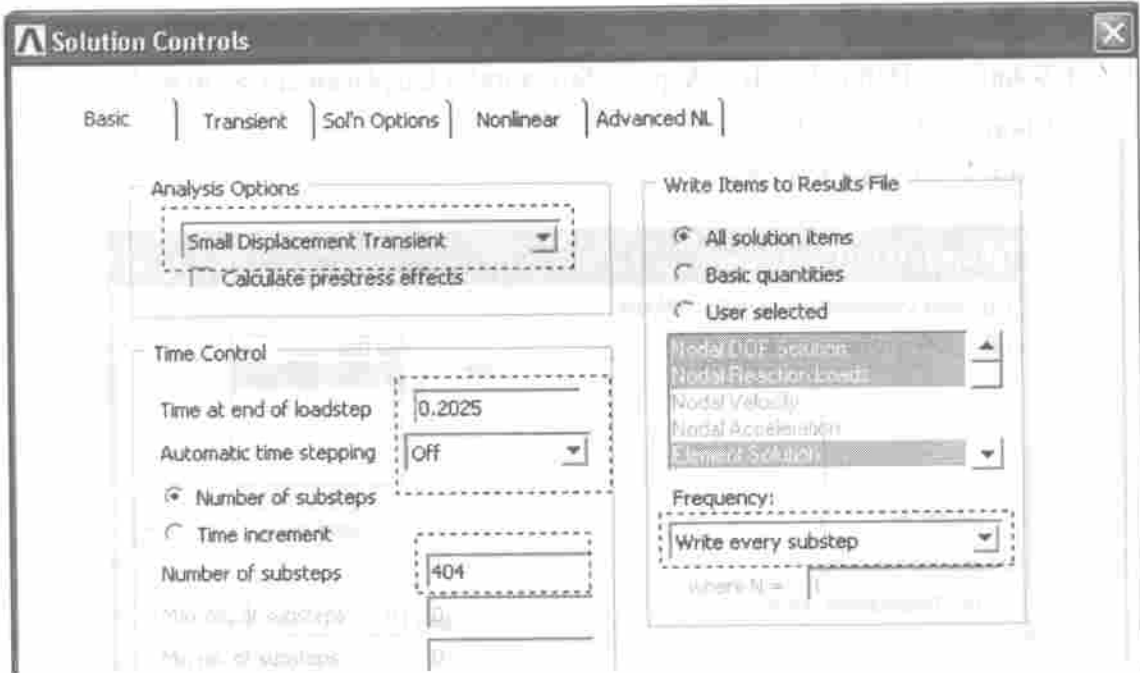
Giai đoạn đặt tải trọng và giải

1. Định nghĩa kiểu phân tích

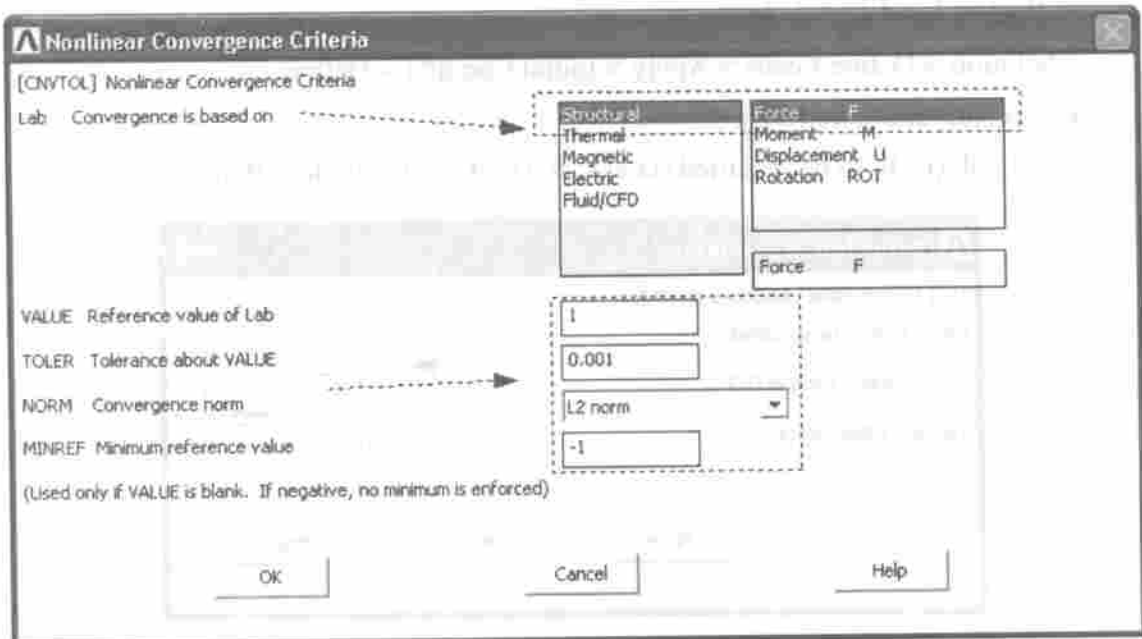
- + Solution > Analysis Type > New Analysis
- + Chọn 'Transient'; sau đó [OK].
- + Chọn TRNOPT (Solution method) = Full; sau đó [OK].

2. Đặt chế độ phân tích

- + Select Solution > Analysis Type > Sol'n Control...
- + Chọn 'Small Displacements Transient'.
- + Đặt Time at end of load step là 0.2025.
- + Đặt Automatic time là Off.
- + Đặt number of substeps là 404.
- + Chọn 'Write every substeps'.



Chọn tab 'Nonlinear', ấn nút [Set convergence criteria...], ấn nút [Replace...].
 + Đặt Lab là Structural F, VALUE = 1, MINREF = -1; sau đó [OK].



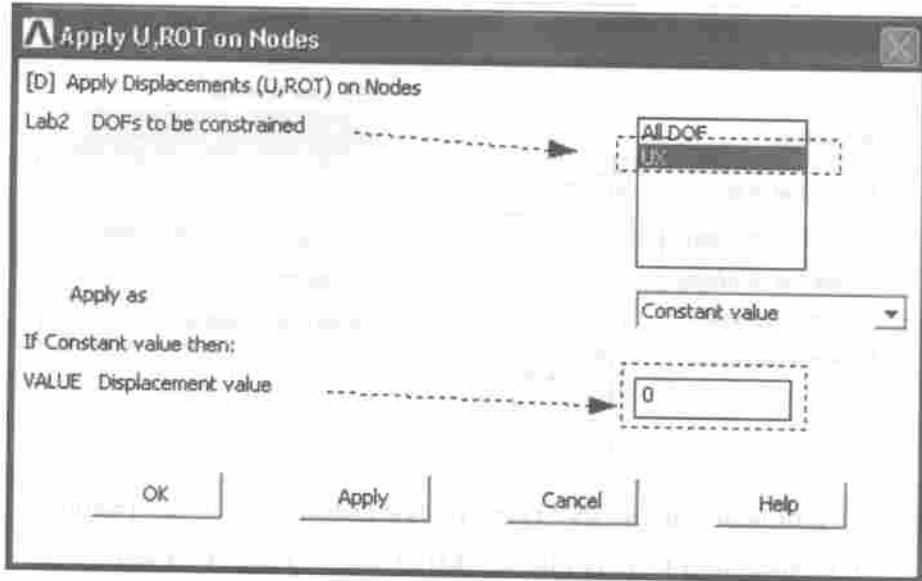
+ Ấn nút [Close].

Chọn tab 'Transient'.

+ Đặt Algorithm (thuật giải) là HHT algorithm; sau đó [OK].

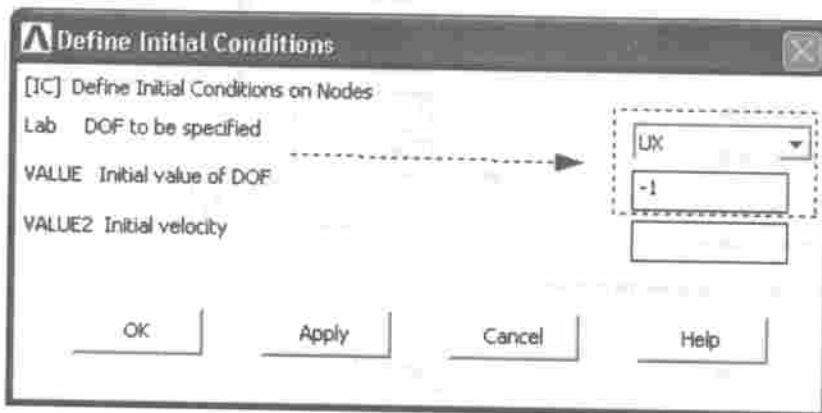
3. Hạn chế chuyển vị

- + Solution > Define Loads > Apply > Structural > Displacement > On nodes
- + Chọn nút 1; sau đó [OK].
- + Đặt $UX = 0$; sau đó [OK].



4. Định nghĩa điều kiện biên

- + Solution > Define Loads > Apply > Initial Condit'n > Define
- + Chọn nút 2; sau đó [OK].
- + Đặt Lab (DOF to be specified) là UX, VALUE = -1; sau đó [OK].



5. Giải

+ Solution > Solve > Current LS

+ Ấn nút [OK].

Giai đoạn khai thác kết quả

+ Main Menu > TimeHist Postpro


+ Ấn nút .

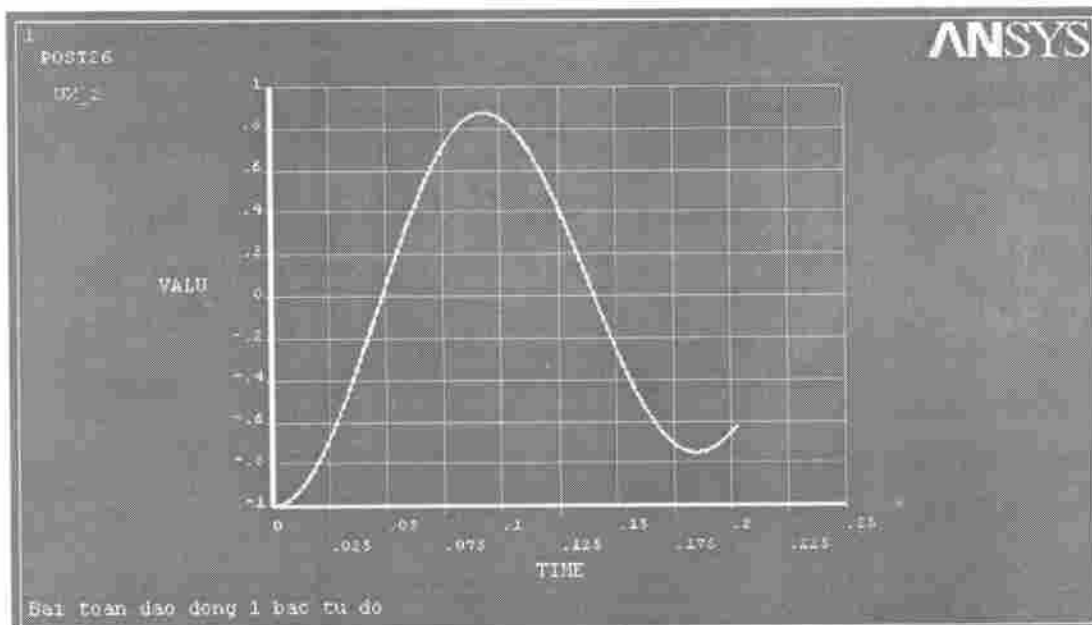
+ Nodal Solution > DOF Solution > X-Component of displacement

+ Chọn node 2; sau đó [Apply].



+ Chọn UX_2 trong cửa sổ Time History Variables.

+ Ấn nút , ta có đồ thị dao động của hệ như hình vẽ.



Lưu trữ và thoát khỏi Ansys

- + Chọn nút [Save_DB] trên thanh công cụ.
- + Chọn nút [Quit] trên thanh công cụ.
- + Chọn “Quit – Nosave!”; sau đó [OK].

Nội dung của ví dụ bằng dòng lệnh Command

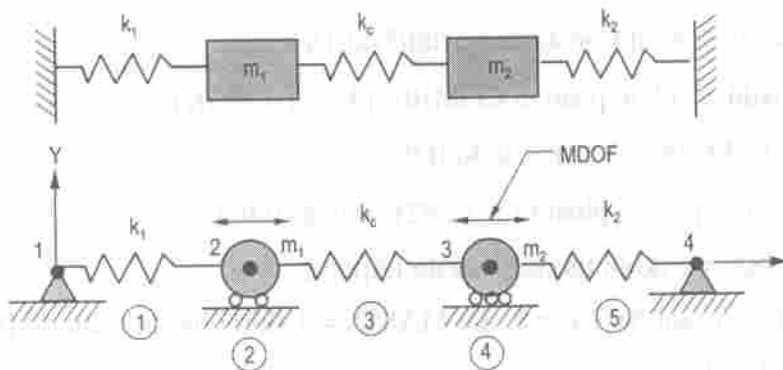
```
/PREP7
/TITLE, Bai toan dao dong 1 bac tu do
ET,1,COMBIN40,,,,,2 ! Định nghĩa kiểu phần tử
R,1,1E4,,(10/386),,1.875,30
N,1
N,2,1,0
E,1,2
FINISH
/SOLU
SOLCONTROL,0
ANTYPE,TRANS
TRNOPT, , , , ,HHT
D,1,UX
IC,2,UX,-1,0
KBC,1
CNVTOL,F,1,0.001
TIME,,2025
NSUBST,404
OUTRES,,1
SOLVE
FINISH
/POST26
NSOL,2,2,U,X,UX
ESOL,3,1,,SMISC,1,F1
PRVAR,2,3
/GRID,1
/AXLAB,Y,DISP
```

```
/GTHK,CURVE,2  
PLVAR,2  
/AXLAB,Y,FORCE  
PLVAR,3  
/OUT  
FINISH
```

VÍ DỤ 15.3. BÀI TOÁN DAO ĐỘNG TỰ DO CỦA HỆ NHIỀU BẬC TỰ DO

Giới thiệu

Xác định tần số riêng của hệ gồm hai lò xo có độ cứng $k_1 = k_2 = k_c = 1$ (đơn vị độ cứng) và khối lượng $m_1 = 2m_2 = 2$ (đơn vị khối lượng).



Giai đoạn xây dựng mô hình hình học và chia lưới phần tử

1. Đặt tên cho bài toán

- + Utility Menu > File > Change Title
- + Đặt TITLE = Bài toán dao động

2. Định nghĩa 4 nút mới

- + Preprocessor > Modeling > Create > Nodes > In Active CS
- + Nút thứ nhất 1, $X = 0$; $Y = 0$; sau đó [Apply].
- + Nút thứ hai 4, $X = 1$; $Y = 0$; sau đó [OK].
- + Preprocessor > Modeling > Create > Nodes > Fill between Nds
- + Chọn nút 1 và 4; sau đó [OK].
- + Chọn NFILL = 4; sau đó [OK].



3. Định nghĩa loại phần tử

Ở đây ta định nghĩa 2 loại phần tử là xo COMBIN14 và khối lượng MASS21.

+ Preprocessor > Element Type > Add/Edit/Delete...

+ Ấn nút [Add...].

+ Chọn phần tử COMBIN14; sau đó [Apply].

+ Chọn phần tử MASS21; sau đó [OK].

+ Ấn nút [Close].

4. Định nghĩa độ cứng và khối lượng của phần tử

+ Preprocessor > Real Constants > Add/Edit/Delete...

+ Ấn nút [Add...], chọn phần tử COMBIN14; sau đó [OK].

+ Đặt $K = 1$ (độ cứng lò xo); sau đó [OK].

+ Ấn nút [Add...], chọn phần tử MASS21; sau đó [OK].

+ Đặt $MASSX = 2$ (khối lượng); sau đó [Apply].

+ Đặt Real Constant Set No = 3, đặt $MASSX = 1$ (khối lượng); sau đó [OK].

+ Ấn nút [Close].

5. Tạo phần tử

+ Preprocessor > Modeling > Create > Elements > Auto Numbered > Thru Nodes

+ Chọn nút 1, nút 2 (tạo phần tử lò xo k_1); sau đó [OK].

+ Preprocessor > Modeling > Create > Elements > Elem Attributes

+ Đặt $TYPE = 2$, $REAL = 2$; sau đó [OK].

+ Preprocessor > Modeling > Create > Elements > Auto Numbered > Thru Nodes

+ Chọn nút 2 (tạo khối lượng m_1); sau đó [OK].

+ Preprocessor > Modeling > Create > Elements > Elem Attributes

+ Đặt $TYPE = 1$, $REAL = 1$; sau đó [OK].

+ Preprocessor > Modeling > Create > Elements > Auto Numbered > Thru Nodes

+ Chọn nút 2, nút 3 (tạo phần tử lò xo k_c); sau đó [OK].

+ Preprocessor > Modeling > Create > Elements > Elem Attributes

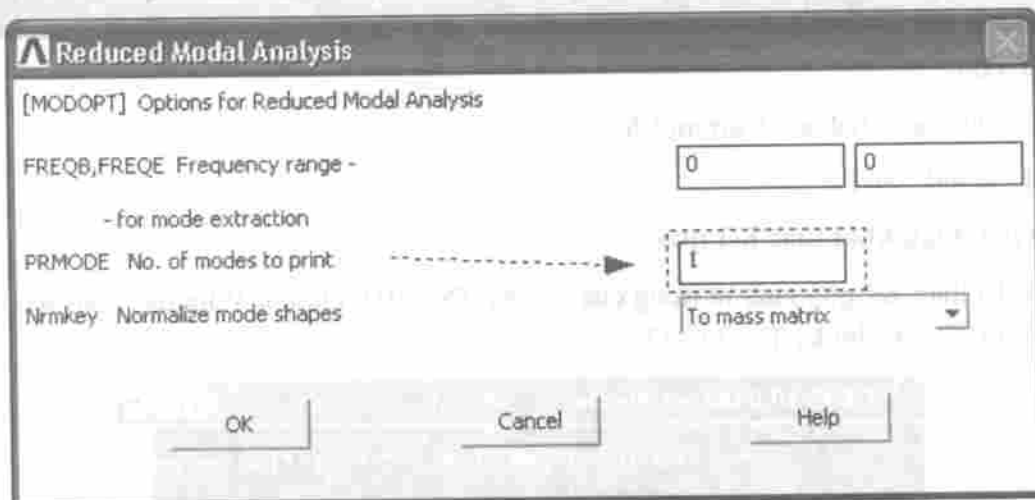
Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

- + Đặt TYPE = 2, REAL = 3; sau đó [OK].
- + Preprocessor > Modeling > Create > Elements > Auto Numbered > Thru Nodes
- + Chọn nút 3 (tạo khối lượng m_2); sau đó [OK].
- + Preprocessor > Modeling > Create > Elements > Elem Attributes
- + Đặt TYPE = 1, REAL = 1; sau đó [OK].
- + Preprocessor > Modeling > Create > Elements > Auto Numbered > Thru Nodes
- + Chọn nút 3, nút 4 (tạo phần tử lò xo k_2); sau đó [OK].

Giai đoạn đặt tải trọng và giải

1. Định nghĩa kiểu phân tích

- + Solution > Analysis Type > New Analysis
- + Chọn 'Modal'; sau đó [OK].
- + Solution > Analysis Type > Analysis Options..
- + Chọn MODOPT là Reduced ấn [OK].
- + Chọn PRMODE = 1; ấn [OK].

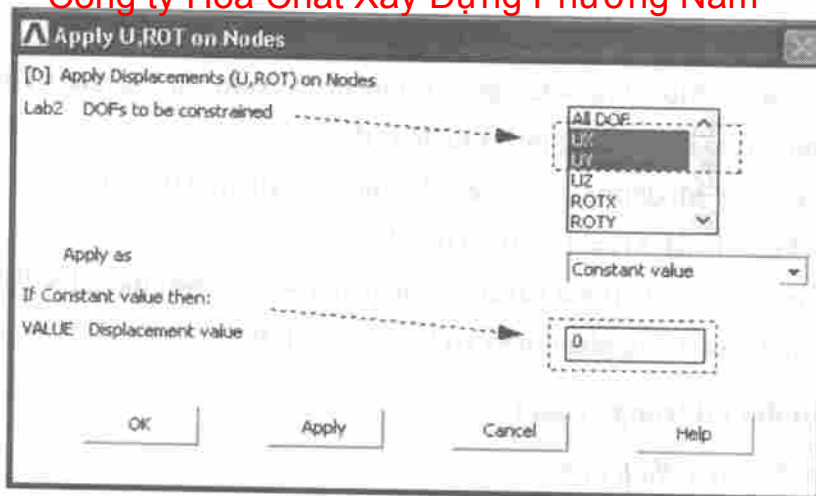


2. Đặt bậc tự do chính MDOF

- + Solution > Master DOF > User Selected > Define
- + Chọn nút 2; sau đó [OK].
- + Chọn Lab1 = UX; sau đó [OK].

3. Hạn chế chuyển vị

- + Solution > Define Loads > Apply > Structural > Displacement > On nodes
- + Chọn nút 1 và nút 4; sau đó [OK].
- + Đặt UX, UY = 0; sau đó [OK].



- + Solution > Define Loads > Apply > Structural > Displacement > On nodes
- + Chọn nút 2 và nút 3; sau đó [OK].
- + Đặt $U_Y = 0$; sau đó [OK].

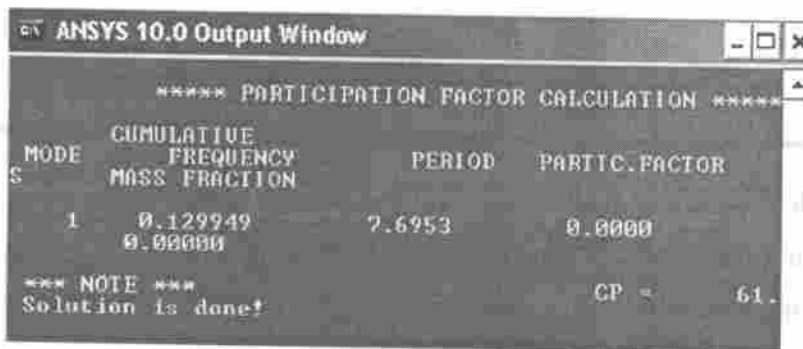


4. Giải

- + Solution > Solve > Current LS
- + Ấn nút [OK].

Giai đoạn khai thác kết quả

+ Ta thấy kết quả xuất ra trong cửa sổ "ANSYS 10.0 Output Window", tần số riêng là $f = 0.129949$, chu kỳ $T = 7.6953$



Lưu trữ và thoát khỏi Ansys

- + Chọn nút [Save_DB] trên thanh công cụ.
- + Chọn nút [Quit] trên thanh công cụ.
- + Chọn "Quit - Nosave!"; sau đó [OK].

Nội dung của ví dụ bằng dòng lệnh Command

```
/PREP7  
/TITLE, Bai toan dao dong  
ANTYPE,MODAL  
MODOPT,REDUC,,,1  
ET,1,COMBIN14,,,2  
ET,2,MASS21,,,4  
R,1,1 ! Độ cứng lò xo  
R,2,2 ! Khối lượng  
R,3,1  
N,1  
N,4,1  
FILL  
E,1,2  
TYPE,2  
REAL,2  
E,2  
TYPE,1  
REAL,1  
E,2,3  
TYPE,2  
REAL,3  
E,3  
TYPE,1  
REAL,1  
E,3,4  
M,2,UX  
OUTPR,BASIC,1  
D,1,UY,,,4  
D,1,UX,,,4,3  
FINISH  
/SOLU  
SOLVE
```

Chương 16

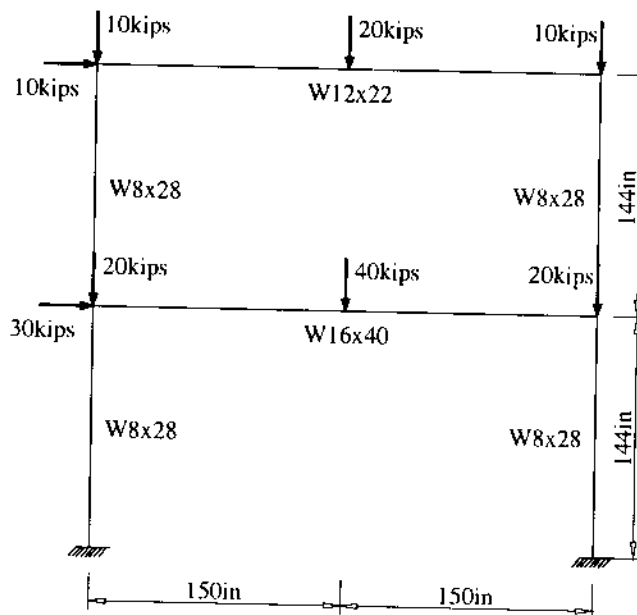
GIẢI BÀI TOÁN KHUNG

Kết cấu khung được dùng cho các sơ đồ tính: Hệ khung phẳng và không gian, Hệ dàn phẳng và không gian. Phần tử cơ bản có dạng thanh lạng trụ trong không gian 3 chiều, có thể chịu uốn theo hai trục, chịu xoắn, hoặc chịu biến dạng dọc trục và các biến dạng cắt theo hai trục. Phần tử dầm được mô tả theo đường trục của nó là đoạn thẳng giới hạn bởi hai điểm nút có tọa độ xác định trong không gian. Tại các nút hai đầu phần tử có thể đặt các liên kết cục bộ để giải phóng một thành phần nội lực nào đó, hoặc có thể đặt liên kết đàn hồi tại hai đầu phần tử thanh. Dọc theo chiều dài phần tử, mô men quán tính của tiết diện có thể thay đổi theo dạng tuyến tính, bậc hai, hoặc tùy ý.

Tải trọng tác dụng lên khung có thể là tải trọng tập trung hoặc phân bố, tải trọng nhiệt, ứng suất trước, trọng lượng bản thân, các áp lực và chuyển vị cưỡng bức..vv. Cường độ của tải trọng, cũng như dạng của tải trọng dọc theo chiều dài của phần tử có thể thay đổi bất kỳ.

Khả năng phân tích cho bài toán khung: giải được các bài toán phi tuyến hình học, phi tuyến vật liệu cho các trường phân tích tĩnh học và phân tích động học.

VÍ DỤ 16.1. BÀI TOÁN KHUNG PHẪNG



Giới thiệu

Cho khung phẳng hai tầng có liên kết kết dầm cột là liên kết cứng, liên kết chân cột là liên kết ngàm. Cột sử dụng thép W8x28, dầm sử dụng thép W12x22 và W16x40. Xác định chuyển vị (có xét đến phân tích phi tuyến) của các nút theo phương x.

Giai đoạn xây dựng mô hình hình học và chia lưới phần tử

1. Đặt kiểu phân tích

+ Main Menu > Preference...

+ Chọn "Structural"; sau đó [OK].

2. Đặt tên cho bài toán

+ Utility Menu > File > Change Title ...

+ Đặt TITLE = Bài toán khung 2D.

3. Định nghĩa 8 điểm mới

+ Preprocessor > Modeling > Create > Keypoints > In Active CS

+ Điểm thứ nhất 1, X= 0; Y= 0; sau đó [Apply].

+ Điểm thứ hai 2, X= 300; Y= 0; sau đó [Apply].

+ Điểm thứ ba 3, X= 0; Y= 144; sau đó [Apply].

+ Điểm thứ tư 4, X= 150; Y= 144; sau đó [Apply].

+ Điểm thứ năm 5, X= 300; Y= 144; sau đó [Apply].

+ Điểm thứ sáu 6, X= 0; Y= 288; sau đó [Apply].

+ Điểm thứ bảy 7, X= 150; Y= 288; sau đó [Apply].

+ Điểm thứ tám 8, X= 300; Y= 288; sau đó [OK].

4. Định nghĩa 8 đường mới

+ Preprocessor > Modeling > Create > Lines > Lines > Straight Line.

+ Chọn điểm 1, điểm 3;

+ Chọn điểm 3, điểm 4;

+ Chọn điểm 4, điểm 5;

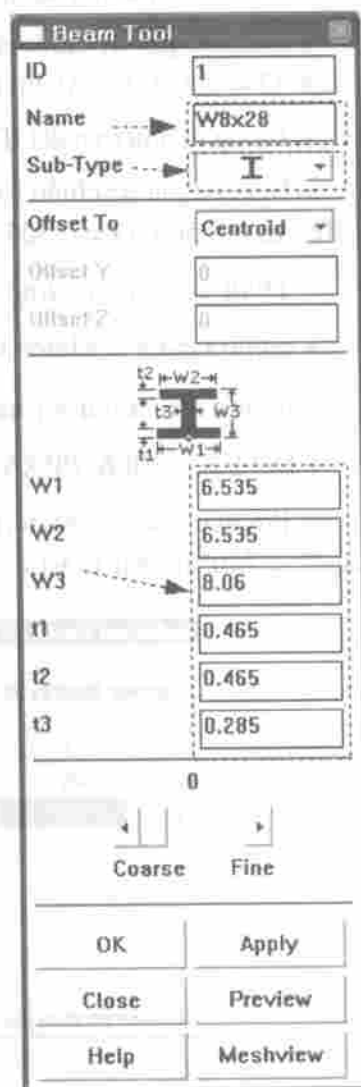
+ Chọn điểm 5, điểm 2;

+ Chọn điểm 3, điểm 6;

+ Chọn điểm 6, điểm 7;

+ Chọn điểm 7, điểm 8;

+ Chọn điểm 8, điểm 5; sau đó [OK].



5. Định nghĩa loại phần tử

+ Preprocessor > Element Type > Add/Edit/Delete...

+ Ấn nút [Add...].

+ Chọn phần tử BEAM44; sau đó [OK].

+ Ấn nút [Close].

6. Định nghĩa mặt cắt ngang cột và dầm

+ Preprocessor > Sections > Beam > Common Sections.

+ Đặt Name = W8x28 (định nghĩa dầm chữ I loại W8x28).

+ Đặt các giá trị chiều rộng và chiều dày của mặt cắt ngang dầm như hình vẽ; sau đó ấn nút [Apply].

+ Tương tự như trên đặt ID = 2, Name = W12x22 (định nghĩa dầm chữ I loại W12x22).

+ Đặt các giá trị chiều rộng $W1 = 4.03$, $W2 = 4.03$, $W3 = 12.31$ và chiều dày $t1 = 0.425$, $t2 = 0.425$, $t3 = 0.26$; sau đó [Apply].

+ Tương tự như trên đặt ID = 3, Name = W16x40 (định nghĩa dầm chữ I loại W16x40).

+ Đặt các giá trị chiều rộng $W1 = 6.995$, $W2 = 6.995$, $W3 = 16.01$ và chiều dày $t1 = 0.505$, $t2 = 0.505$, $t3 = 0.305$; sau đó [OK].

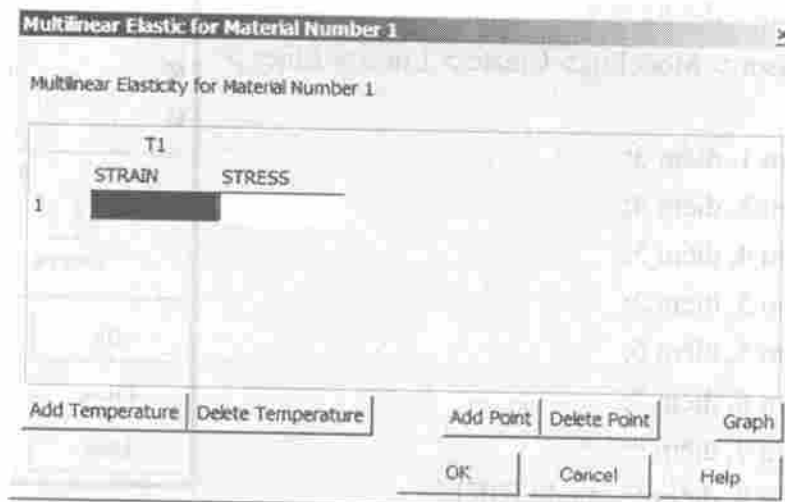
7. Định nghĩa thuộc tính vật liệu

+ Preprocessor > Material Props > Material Models...

+ Ấn nút Structural > Linear > Elastic > Isotropic.

+ Đặt $EX = 30E6$; $PRXY = 0.33$; sau đó [OK].

+ Preprocessor > Material Props > Material Models > Structural > Nonlinear > Elastic > Multilinear Elastic.



Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

+ Đặt STRAIN = 0; STRESS = 0; và các giá trị tương tự như liệt kê trong bảng.

Biến dạng	Ứng suất (psi)	Biến dạng	Ứng suất (psi)
0.001	30000	0.060	142000
0.002	60000	0.100	156000
0.003	90000	0.200	174000
0.004	96000	0.250	179600
0.005 *	100000	0.275	180000
0.025	120000		

+ Ấn [OK].

8. Đặt kích thước phần tử

+ Preprocessor > Meshing > Size Cntrls > ManualSize > Lines > All Lines.

+ Đặt NDIV = 9; sau đó [OK].

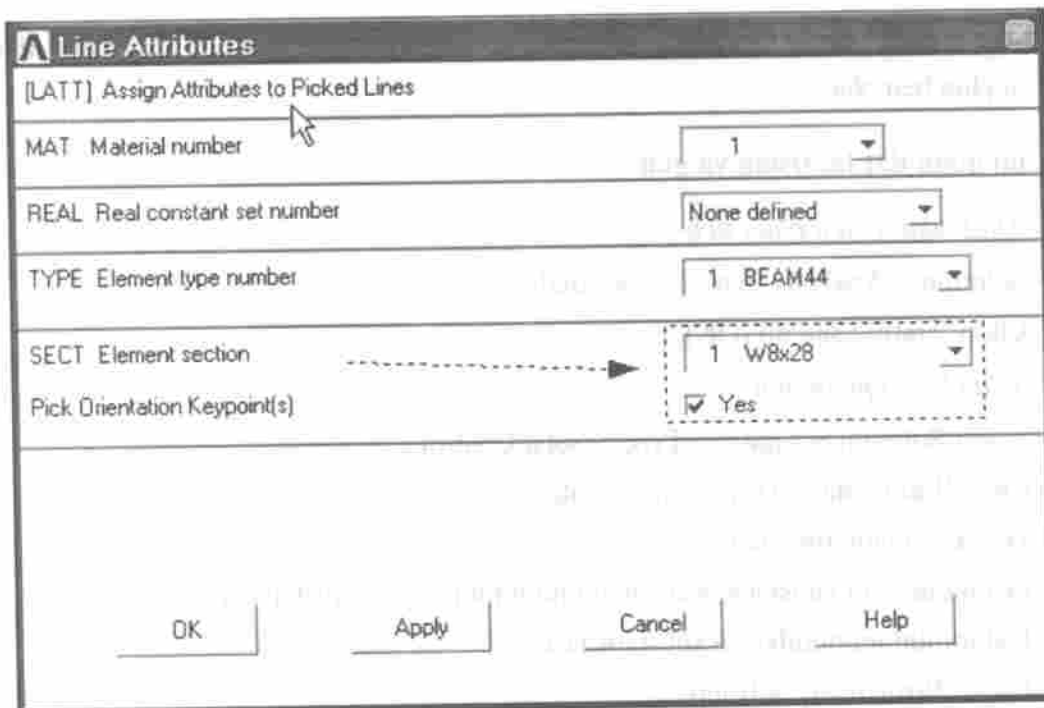
9. Đặt thuộc tính cho phần tử

+ Preprocessor > Meshing > Mesh Attributes > Picked Lines.

+ Chọn đường số 1 và 5; sau đó [OK].

+ Đặt SECT = W8x28, nút chọn Yes.

+ Chọn điểm 5; sau đó [OK].



Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam


- + Preprocessor > Meshing > Mesh Attributes > Picked Lines.
- + Chọn đường số 4 và 8; sau đó [OK].
- + Đặt SECT = W8x28, nút chọn Yes.
- + Chọn điểm 3; sau đó [OK].
- + Preprocessor > Meshing > Mesh Attributes > Picked Lines.
- + Chọn đường số 2 và 3; sau đó [OK].
- + Đặt SECT = W16x40, nút chọn Yes.
- + Chọn điểm 7; sau đó [OK].
- + Preprocessor > Meshing > Mesh Attributes > Picked Lines.
- + Chọn đường số 6 và 7; sau đó [OK].
- + Đặt SECT = W12x22, nút chọn Yes.
- + Chọn điểm 4; sau đó [OK].

10. Chia lưới phần tử

- + Preprocessor > Meshing > Mesh > Lines.
- + Ấn nút [Pick All].

11. Hiện thị phần tử

- + Utility Menu > PlotCtrls > Style > Size and Shape...
- + Chọn "Display of Element" là On; sau đó [OK].

Chuyển sang chế độ hiển thị Isometric bằng cách nhấn vào nút  trên thanh công cụ phía bên phải.

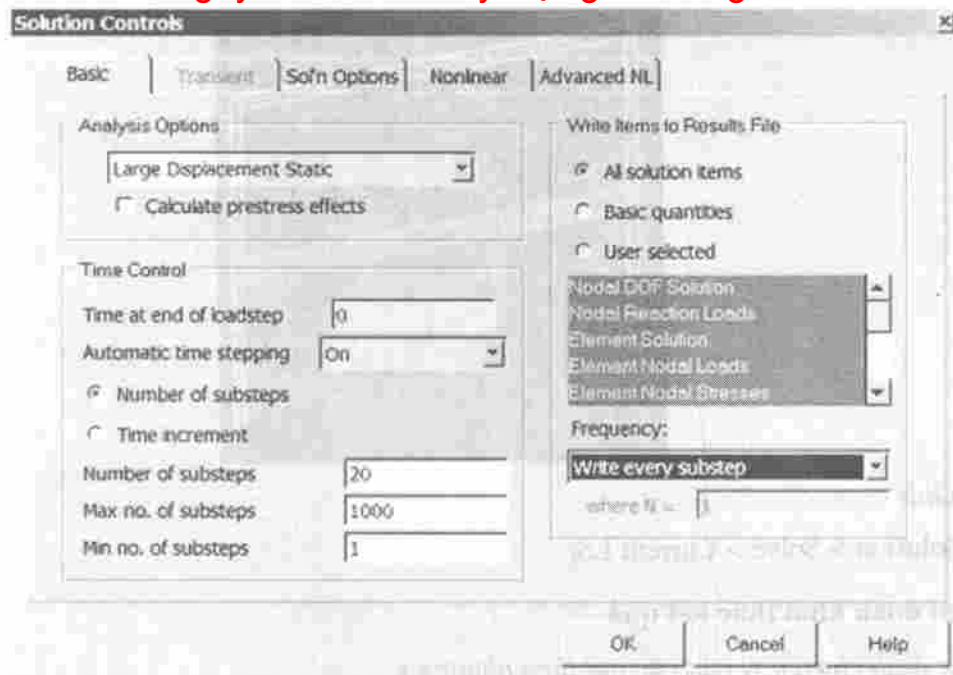
Giai đoạn đặt tải trọng và giải

1. Định nghĩa kiểu phân tích

- + Solution > Analysis Type > New Analysis;
- + Chọn 'Static'; sau đó [OK].

2. Đặt chế độ phân tích

- + Select Solution > Analysis Type > Sol'n Control...
- + Chọn 'Large Static Displacements Static'.
- + Đặt Automatic time là On.
- + Đặt number of substeps là 20; maximum number of substeps là 1000
- + Đặt minimum number of substeps là 1.
- + Chọn 'Write every substeps'.



Chọn tab 'Nonlinear'.

+ Đặt Line Search là On.

+ Đặt Maximum Number of Iterations là 1000; sau đó [OK].

3. Hạn chế chuyển vị

+ Solution > Define Loads > Apply > Structural > Displacement > On Keypoints.

+ Chọn điểm 1, điểm 2; sau đó [OK].

+ Đặt All DOF = 0; sau đó [OK].

4. Đặt tải trọng lên dầm

+ Structural > Force/Moment > on Keypoints.

+ Chọn điểm 3, điểm 5, điểm 7; sau đó [OK].

+ Chọn 'Direction of force/mom' là FY; VALUE = -20000; sau đó [Apply].

+ Chọn điểm 4; sau đó [OK].

+ Chọn 'Direction of force/mom' là FY; VALUE = -40000; sau đó [Apply].

+ Chọn điểm 6, điểm 8; sau đó [OK].

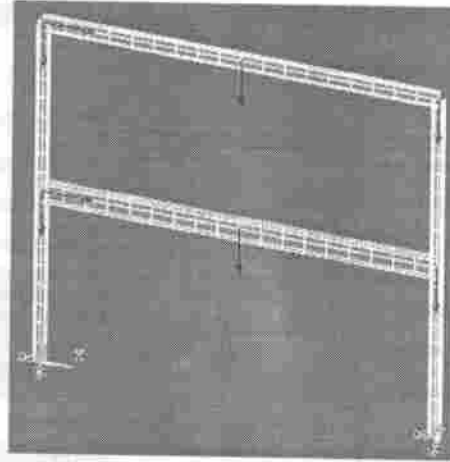
+ Chọn 'Direction of force/mom' là FY; VALUE = -10000; sau đó [Apply].

+ Chọn điểm 3; sau đó [OK].

+ Chọn 'Direction of force/mom' là FX; VALUE = 30000; sau đó [Apply].

+ Chọn điểm 6; sau đó [OK].

+ Chọn 'Direction of force/mom' là FX; VALUE = 10000; sau đó [OK].



5. Giải

+ Solution > Solve > Current LS.

Giai đoạn khai thác kết quả

Xác định chuyển vị của các nút theo phương x

+ General Postproc > List Results > Nodal Solution.

+ Chọn DOF solution > X- Component of displacement; sau đó [OK].

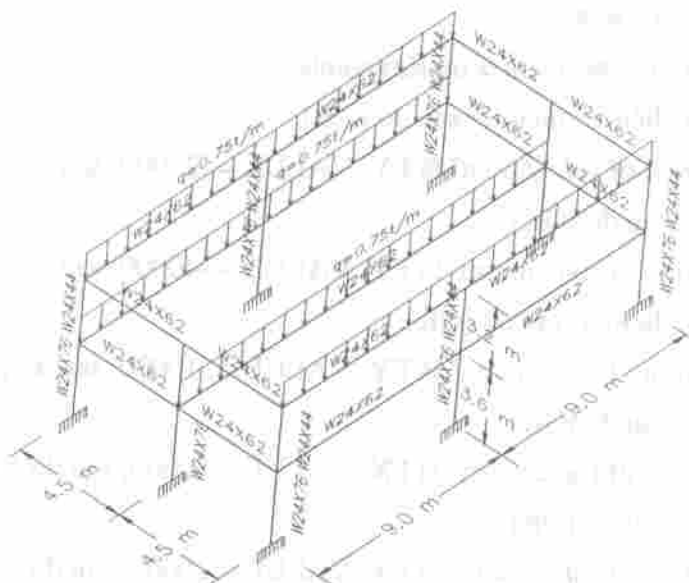
Lưu trữ và thoát khỏi Ansys

+ Chọn nút [Save_DB] trên thanh công cụ.

+ Chọn nút [Quit] trên thanh công cụ.

+ Chọn "Quit – Nosave!"; sau đó [OK].

VÍ DỤ 16.2. BÀI TOÁN KHUNG 3D



Giới thiệu

Cho khung không gian hai tầng có liên kết dầm cột là liên kết cứng, liên kết chân cột là liên kết ngàm. Cột sử dụng thép W24x76 (tầng 1), W21x44 (tầng 2), dầm sử dụng thép W24x62. Xác định chuyển vị và vẽ biểu đồ mômen.

Giai đoạn xây dựng mô hình hình học và chia lưới phần tử

1. Đặt kiểu phân tích

- + Main Menu > Preference...
- + Chọn "Structural"; sau đó [OK].

2. Đặt tên cho bài toán

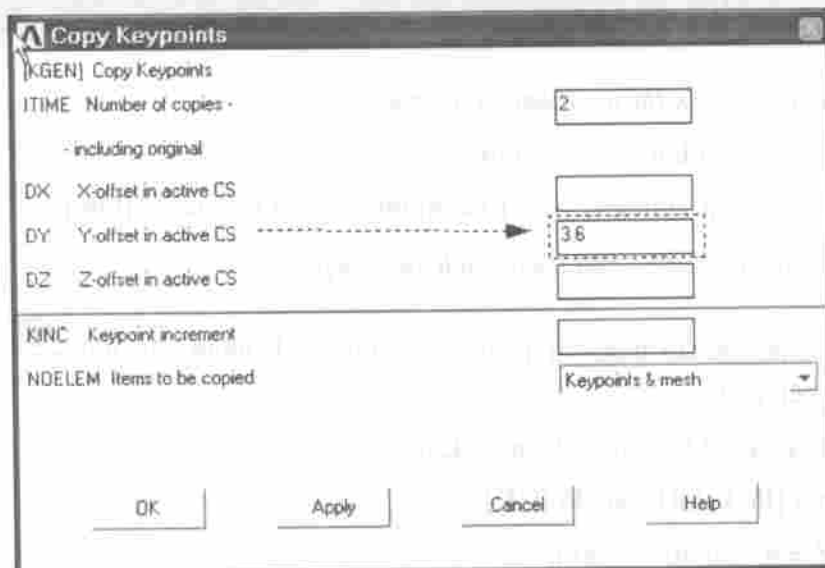
- + Utility Menu > File > Change Title ...
- + Đặt TITLE = Bài toán khung 3D.

3. Định nghĩa 3 điểm mới

- + Preprocessor > Modeling > Create > Keypoints > In Active CS;
- + Điểm thứ nhất 1, X= 0; Y= 0; sau đó [Apply].
- + Điểm thứ hai 2, X= 9; Y= 0; sau đó [Apply].
- + Điểm thứ ba 3, X= 18; Y= 0; sau đó [OK].

4. Định nghĩa 6 điểm mới bằng cách sao chép

- + Preprocessor > Modeling > Copy > Keypoints;
- + Chọn điểm 1, 2 và điểm 3; sau đó [OK].
- + Đặt DY = 3,6; sau đó [Apply].



Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

+ Tương tự chọn điểm 4, 5 và điểm 6; sau đó [OK].

+ Đặt DY = 3,2; sau đó [OK].

5. Định nghĩa 10 đường mới

+ Preprocessor > Modeling > Create > Lines > Lines > Straight Line.

+ Chọn điểm 4, điểm 5;

+ Chọn điểm 5, điểm 6;

+ Chọn điểm 7, điểm 8;

+ Chọn điểm 8, điểm 9;

+ Chọn điểm 1, điểm 4;

+ Chọn điểm 4, điểm 7;

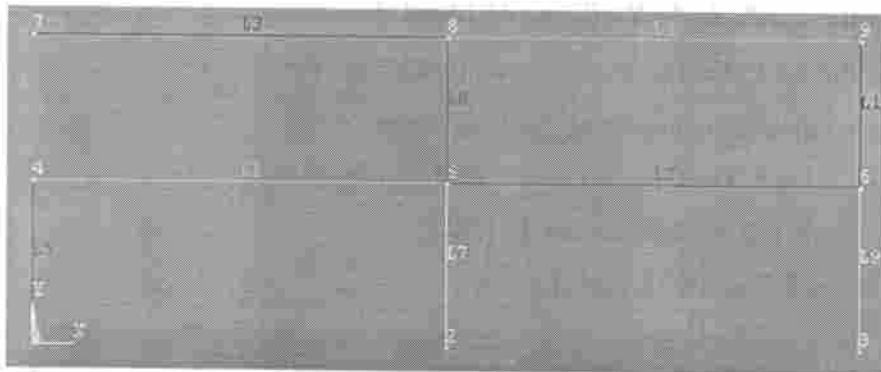
+ Chọn điểm 7, điểm 8;

+ Chọn điểm 2, điểm 5;

+ Chọn điểm 5, điểm 8;

+ Chọn điểm 3, điểm 6;

+ Chọn điểm 6, điểm 9; sau đó [OK].




6. Bật chỉ số và hiển thị tên điểm và đường

+ Utility Menu > PlotCtrls > Numbering ...

+ Chọn "Keypoint numbers" và "Line numbers" là On; sau đó [OK].

7. Định nghĩa 16 đường mới bằng cách sao chép

Chuyển sang chế độ hiển thị Isometric bằng cách nhấn vào nút  trên thanh công cụ phía bên phải.

+ Preprocessor > Modeling > Copy > Lines;

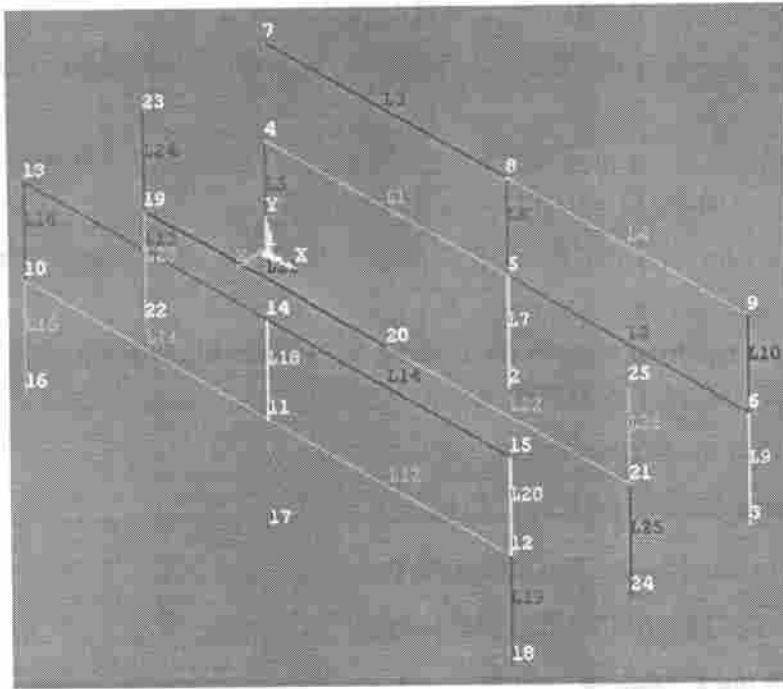
+ Chọn nút [Pick All]; sau đó [OK].

+ Đặt DZ = 9; sau đó [Apply].

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

+ Chọn đường 1, 2, 5, 6, 9, 10; sau đó [OK].

+ Đặt DZ = 4.5; sau đó [OK].



8. Định nghĩa 8 đường mới

+ Preprocessor > Modeling > Create > Lines > Lines > Straight Line.

+ Chọn điểm 4, điểm 19;

+ Chọn điểm 19, điểm 10;

+ Chọn điểm 7, điểm 23;

+ Chọn điểm 23, điểm 13;

+ Chọn điểm 6, điểm 21;

+ Chọn điểm 21, điểm 12;

+ Chọn điểm 9, điểm 25;

+ Chọn điểm 25, điểm 15; sau đó [OK].

9. Định nghĩa loại phần tử

+ Preprocessor > Element Type > Add/Edit/Delete...

+ Ấn nút [Add...].

+ Chọn phần tử BEAM44; sau đó [OK].

+ Ấn nút [Close].

10. Định nghĩa mặt cắt ngang cột và dầm

+ Preprocessor > Sections > Beam > Common Sections;

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

+ Đặt Name = W24x62 (định nghĩa dầm chữ I loại W24x62);

+ Đặt các giá trị chiều rộng $W1 = 0.1788$, $W2 = 0.1788$, $W3 = 0.602$, và chiều dày $t1 = 0.015$, $t2 = 0.015$, $t3 = 0.0109$; sau đó [Apply].

+ Tương tự như trên đặt ID = 2, Name = W24x76 (định nghĩa dầm chữ I loại W24x76).

+ Đặt các giá trị chiều rộng $W1 = 0.2283$, $W2 = 0.2283$, $W3 = 0.6071$, và chiều dày $t1 = 0.0173$, $t2 = 0.0173$, $t3 = 0.0112$; sau đó [Apply].

+ Tương tự như trên đặt ID = 3, Name = W21x44 (định nghĩa dầm chữ I loại W21x44).

+ Đặt các giá trị chiều rộng $W1 = 0.1651$, $W2 = 0.1651$, $W3 = 0.5258$, và chiều dày $t1 = 0.0114$, $t2 = 0.0114$, $t3 = 0.00889$; sau đó [OK].

11. Định nghĩa thuộc tính vật liệu

+ Preprocessor > Material Props > Material Models...

+ Ấn nút Structural > Linear > Elastic > Isotropic.

+ Đặt EX = 21414040; PRXY = 0.3; sau đó [OK].

12. Đặt kích thước phần tử

+ Preprocessor > Meshing > Size Cntrls > ManualSize > Lines > All Lines.

+ Đặt NDIV = 9; sau đó [OK].

13. Đặt thuộc tính cho phần tử

+ Preprocessor > Meshing > Mesh Attributes > Picked Lines.

+ Chọn đường số 5, 23, 15, 7, 17, 9, 25 và 19; sau đó [Apply].

+ Đặt SECT = W24x76 ; sau đó [Apply].

+ Chọn đường số 6, 24, 16, 8, 18, 10, 26 và 20; sau đó [Apply].

+ Đặt SECT = W24x79; sau đó [Apply].

+ Chọn đường số 1, 2, 3 và 4; sau đó [Apply].

+ Đặt SECT = W24x62; nút chọn [Yes]; sau đó [Apply].

+ Chọn điểm 2; sau đó [Apply].

+ Chọn đường số 11, 12, 13 và 14; sau đó [Apply].

+ Đặt SECT = W24x62; nút chọn [Yes]; sau đó [Apply].

+ Chọn điểm 17; sau đó [Apply].

+ Chọn đường số 21, và 22; sau đó [Apply].

+ Đặt SECT = W24x62; nút chọn [Yes]; sau đó [Apply].

+ Chọn điểm 22; sau đó [Apply].

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

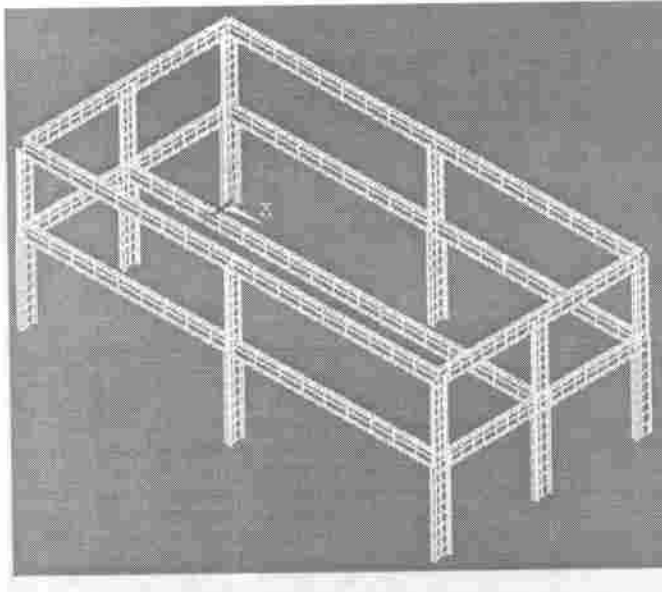
- + Chọn đường số 27, 28, 29 và 30; sau đó [Apply].
- + Đặt SECT = W24x62; nút chọn [Yes]; sau đó [Apply].
- + Chọn điểm 22; sau đó [Apply].
- + Chọn đường số 31, 32, 33 và 34; sau đó [Apply].
- + Đặt SECT = W24x62; nút chọn [Yes]; sau đó [Apply].
- + Chọn điểm 24; sau đó [OK].

14. Chia lưới phần tử

- + Preprocessor > Meshing > Mesh > Lines.
- + Ấn nút [Pick All].

15. Hiện thị phần tử

- + Utility Menu > PlotCtrls > Style > Size and Shape...
- + Chọn "Display of Element" là On; sau đó [OK].



Giai đoạn đặt tải trọng và giải

1. Định nghĩa kiểu phân tích

- + Solution > Analysis Type > New Analysis.
- + Chọn 'Static'; sau đó [OK].

2. Hạn chế chuyển vị

- + Solution > Define Loads > Apply > Structural > Displacement > On Keypoints.
- + Chọn điểm 1, 2, 3, 23, 24, 16, 17 và 18; sau đó [OK].
- + Đặt All DOF = 0; sau đó [OK].

3. Đặt tải trọng lên khung

- + Utility Menu > Plot > Lines
- + Solution > Define Loads > Apply > Structural > Pressure > On Beams.
- + Chọn tất cả các phần tử thuộc đường 1, 2, 3, 4, 21, 22, 13, 14; sau đó [OK].
- + Chọn VALI = -0.75; sau đó [OK].

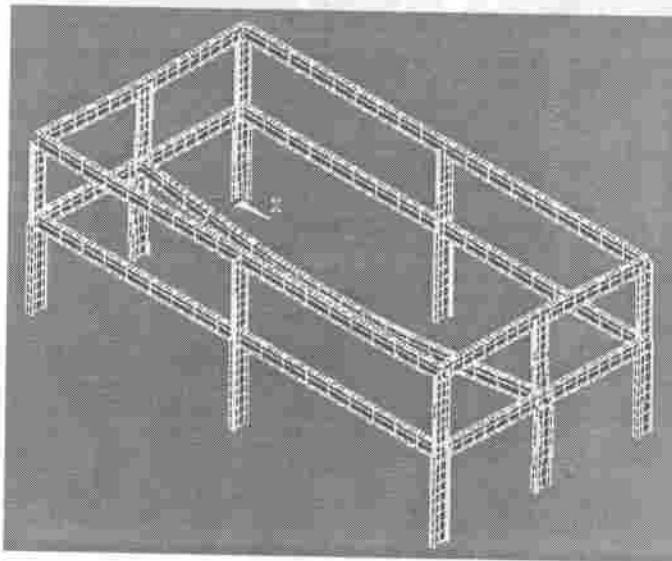
4. Giải

- + Solution > Solve > Current LS.
- + Ấn nút [OK]

Giai đoạn khai thác kết quả

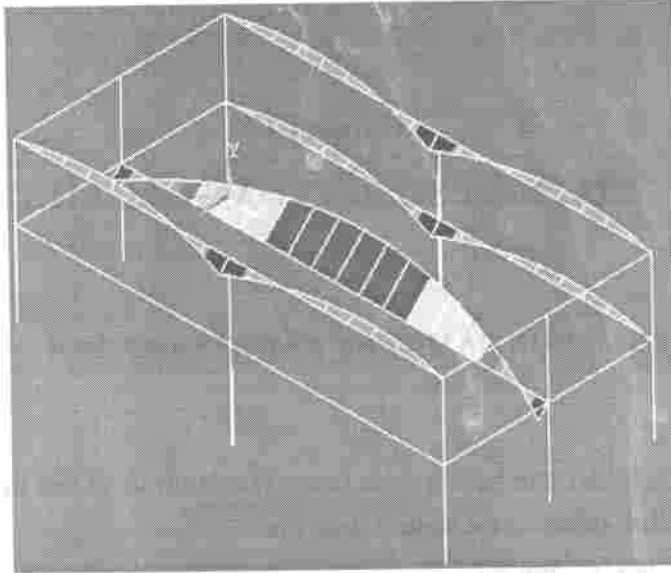
Xác định độ võng của khung

- + General Postproc > Plot Results > Deformed Shape.
- + Ấn nút [OK].



Vẽ biểu đồ momen

- + General Postproc > Element Table > Define Table...
- + Ấn nút [Add...].
- + Đặt Lab = IMoment; Item, Comp = SMISC, 5; sau đó [Apply].
- + Đặt Lab = JMoment; Item, Comp = SMISC, 11; sau đó [OK].
- + Ấn nút [Close].
- + General Postpro > Plot Results > Contour Plot > Line Elem Res...
- + Đặt Lab1 = IMoment; Lab2 = JMoment; sau đó [OK].



Lưu trữ và thoát khỏi Ansys

- + Chọn nút [Save_DB] trên thanh công cụ.
- + Chọn nút [Quit] trên thanh công cụ.
- + Chọn “Quit – Nosave!”; sau đó [OK].

Chương 17

GIẢI MỘT SỐ BÀI TOÁN ĐẶC BIỆT

VÍ DỤ 17.1. BÀI TOÁN UỐN DẦM TRÊN NỀN ĐẤT ĐÀN HỒI

Giới thiệu

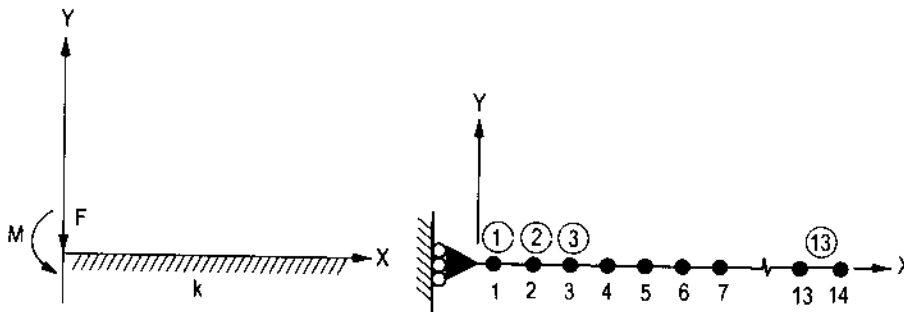
Một dầm trên nền đất đàn hồi chịu tải trọng $F = 1000$ lb và mô men $M = 10000$ inlb như hình vẽ. Xác định độ võng tại vị trí đặt tải của dầm.

Biết chiều dài dầm $l = 286$ in;

Diện tích mặt cắt ngang của dầm $A = 23$ in²;

Mômen quán tính của dầm $I = 44$ in⁴;

Mô đun đàn hồi $E = 30 \times 10^6$ psi; hệ số nền $k = 1515.15$ lb/in².



Giai đoạn xây dựng mô hình hình học và chia lưới phần tử

1. Đặt kiểu phân tích

- + Main Menu > Preference...
- + Chọn “Structural”; sau đó [OK].

2. Đặt tên cho bài toán

- + Utility Menu > File > Change Title ...
- + Đặt TITLE = Bài toán dầm trên nền đất đàn hồi; sau đó [OK].

3. Định nghĩa 2 điểm mới

- + Preprocessor > Modeling > Create > Keypoints > In Active CS
- + Đặt điểm thứ nhất 1, $X=0$; $Y=0$; sau đó [Apply].
- + Đặt điểm thứ hai 2, $X=286$; $Y=0$; sau đó [OK].

4. Định nghĩa 1 đường mới

+ Preprocessor > Modeling > Create > Lines > Lines > Straight Line

+ Chọn điểm thứ nhất 1, điểm thứ hai 2; sau đó [OK].

5. Định nghĩa loại phần tử

+ Preprocessor > Element Type > Add/Edit/Delete...

+ Chọn nút [Add...] chọn phần tử BEAM54; sau đó [OK]. Để giải bài toán này chúng ta sử dụng phần tử BEAM54. Phần tử này có 3 bậc tự do (2 chuyển vị dọc theo phương X và Y, chuyển vị xoay quanh trục Z).

6. Định nghĩa diện tích và mômen quán tính tiết diện

+ Preprocessor > Real Constants... > Add...

+ Chọn nút [Add...], nút [OK].

+ Đặt AREA = 23, IZZ (mômen quán tính) = 44, EFS = 1515.15.

7. Định nghĩa thuộc tính vật liệu

+ Preprocessor > Material Props > Material Models > Structural > Linear > Elastic > Isotropic

+ Đặt EX = 30×10^6 (môđun đàn hồi của vật liệu), PRXY = 0.3 (hệ số Poisson); sau đó [OK].

8. Đặt kích thước lưới

+ Preprocessor > Meshing > Size Cntrls > ManualSize > Lines > All Lines...

+ Đặt SIZE = 13 (kích thước của phần tử); sau đó [OK].

9. Chia lưới phần tử

+ Preprocessor > Meshing > Mesh > Lines > ấn nút [Pick All]

10. Bật chỉ số và hiển thị phần tử

+ Utility Menu > Plot > Elements

+ Utility Menu > PlotCtrls > Numbering ...

+ Chọn "Element numbers"; sau đó [OK].

Giai đoạn đặt tải trọng và giải

1. Chọn kiểu phân tích

+ Solution > Analysis Type > New Analysis...

+ Chọn "Static"; sau đó [OK].

2. Đặt hạn chế chuyển vị

+ Solution > Define Loads > Apply > Structural > Displacement > On Keypoints

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

+ Chọn điểm 1; sau đó [OK].

+ Đặt $UX = 0$; sau đó [OK].

3. Đặt tải trọng

+ Select Solution > Define Loads > Apply > Structural > Force/Momen > On Keypoints

+ Chọn điểm 1; sau đó [OK].

+ Đặt FY (giá trị tải trọng thẳng đứng) = -1000; sau đó [Apply].

+ Chọn điểm 1; sau đó [OK].

+ Đặt MZ (giá trị tải trọng mô men) = 10000; sau đó [OK].

4. Giải

+ Solution > Solve > Current LS

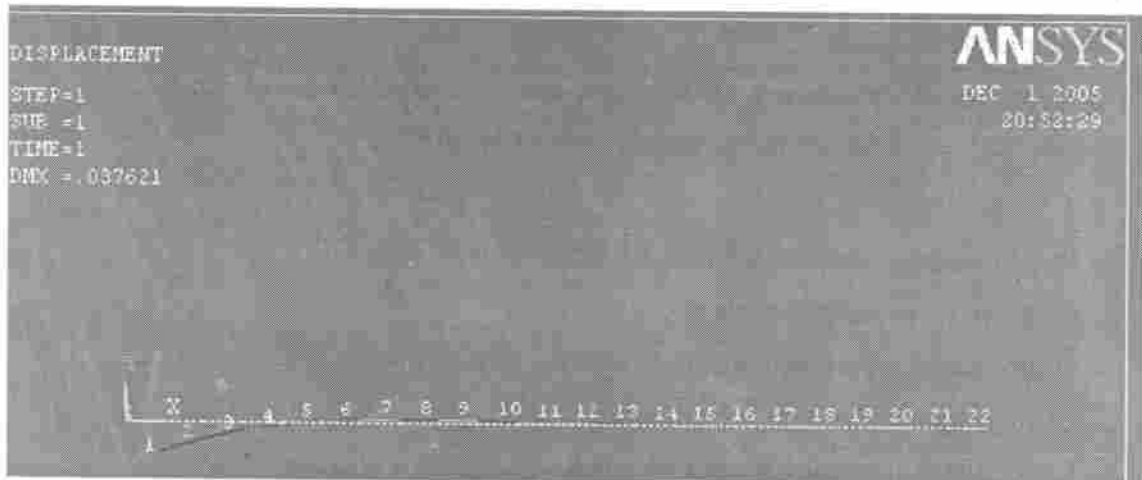
+ Ấn nút [OK].

Giai đoạn khai thác kết quả

Xác định độ võng tại vị trí đặt lực

+ General Postproc > Plot Results > Deformed Shape

+ Chọn Def + undeformed; sau đó [OK].



Ta thấy giá trị độ võng tại vị trí đặt lực là 0.03762 in.

Lưu trữ và thoát khỏi Ansys

+ Chọn nút [Save_DB] trên thanh công cụ.

+ Chọn nút [Quit] trên thanh công cụ.

+ Chọn "Quit - Nosave!"; sau đó [OK].

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

Nội dung của ví dụ bằng dòng lệnh Command

```
/PREP7
MP,PRXY,,0.3
/TITLE, Bai toan dam tren nen dan hoi
ANTYPE,STATIC
ET,1,BEAM54      ! Định nghĩa kiểu phần tử
R,1,23,44,2.5,2.5  ! Định nghĩa hằng số
RMODIF,1,16,1515.15
MP,EX,1,30E6
N,1
N,14,286
FILL
E,1,2
EGEN,13,1,1
D,1,UX          ! Hạn chế chuyển vị
F,1,FY,-1000    ! Đặt tải
F,1,MZ,10000
OUTPR,,1
FINISH
/SOLU
SOLVE
FINISH
```

VÍ DỤ 17.2. BÀI TOÁN UỐN DẦM COMPOSIT

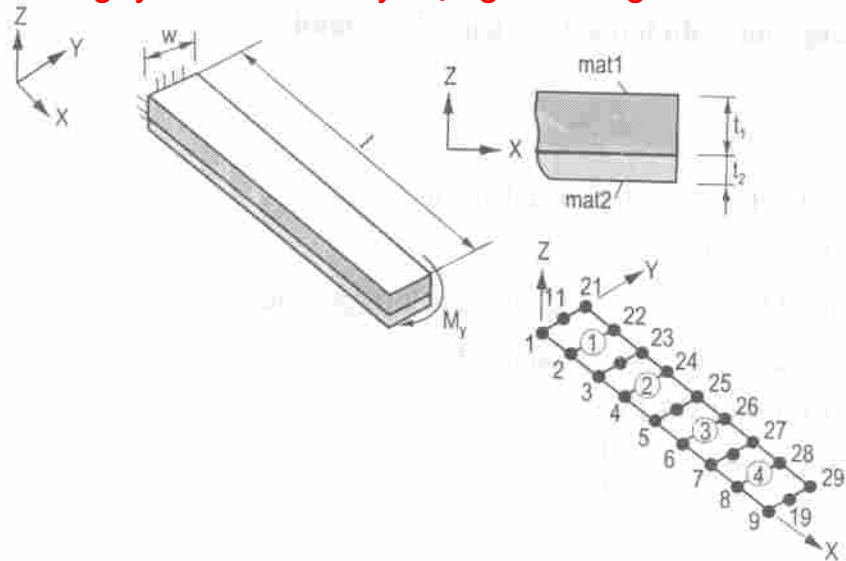
Giới thiệu

Một dầm composit côngxon dài l rộng w (gồm 2 lớp vật liệu) chịu tải trọng nhiệt độ phân bố đều tăng 100°F và chịu mô men uốn $M_y = 10 \text{ in}\cdot\text{lb}$ tại đầu tự do M_y như hình vẽ. Xác định độ võng ở đầu tự do theo phương Z và ứng suất theo phương X ở mặt trên và dưới dầm.

Biết $l = 8 \text{ inch}$; $w = 0.5 \text{ in}$; $t_1 = 0.2 \text{ in}$; $t_2 = 0.1 \text{ in}$;

Vật liệu 1: $E_1 = 1.2 \times 10^6 \text{ psi}$; $\alpha_1 = 1.8 \times 10^{-4} \text{ in/in}^{\circ}\text{F}$.

Vật liệu 2: $E_2 = 0.4 \times 10^6 \text{ psi}$; $\alpha_2 = 0.6 \times 10^{-4} \text{ in/in}^{\circ}\text{F}$.



Giai đoạn xây dựng mô hình hình học và chia lưới phần tử

1. Đặt kiểu phân tích

- + Main Menu > Preference...
- + Chọn "Structural"; sau đó [OK].

2. Đặt tên cho bài toán

- + Utility Menu > File > Change Title ...
- + Đặt TITLE = Bài toán dầm composite; sau đó [OK].

3. Định nghĩa 4 điểm mới

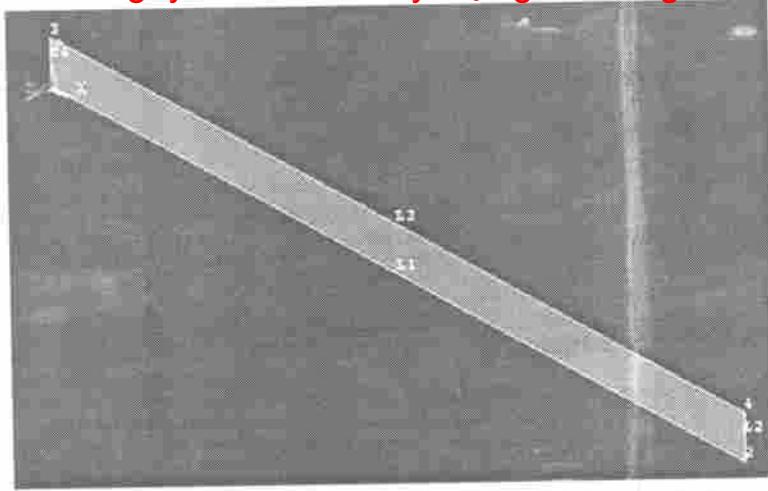
- + Preprocessor > Modeling > Create > Keypoints > In Active CS
- + Đặt điểm thứ nhất 1, X= 0; Y= 0; sau đó [Apply].
- + Đặt điểm thứ hai 2, X= 8; Y= 0; sau đó [Apply].
- + Đặt điểm thứ ba 3, X= 0; Y= 0.5; sau đó [Apply].
- + Đặt điểm thứ bốn 4, X= 8; Y= 0.5; sau đó [OK].

Thay đổi phương quan sát

- + Utility Menu > PlotCtrls > Pan Zoom Rotate ...
- + Chọn Iso; sau đó [Close].

4. Định nghĩa 1 diện tích mới

- + Preprocessor > Modeling > Create > Areas > Arbitrary > Through KPs
- + Chọn điểm thứ nhất 1, điểm thứ hai 2; điểm 4, điểm 3; sau đó [OK].



5. Định nghĩa loại phần tử

+ Preprocessor > Element Type > Add/Edit/Delete...

+ Chọn nút [Add...] chọn phần tử SHELL99; sau đó [OK]. Để giải bài toán này chúng ta sử dụng phần tử SHELL99. Phần tử này có 6 bậc tự do (3 chuyển vị dọc theo phương X, Y và Z, chuyển vị xoay quanh trục X, Y và Z).

6. Định nghĩa chiều cao của dầm

+ Preprocessor > Real Constants... > Add...

+ Chọn nút [Add...], nút [OK].

+ Chọn NL = 2 (số lớp vật liệu của phần tử), nút [OK].

+ Đặt lớp 1 có MAT = 1, THK (chiều dày lớp) = 0.2;

+ Đặt lớp 2 có MAT = 2, THK (chiều dày lớp) = 0.1; nút [OK]; nút [Close].

7. Định nghĩa thuộc tính vật liệu

+ Ở đây ta định nghĩa 2 loại vật liệu.

Định nghĩa vật liệu 1

+ Preprocessor > Material Props > Material Models > Structural > Linear > Elastic > Isotropic

+ Đặt $EX = 1.2 \times 10^6$; sau đó [OK].

+ Preprocessor > Material Props > Material Models > Structural > Thermal Expansion > Secant Coefficient > Orthotropic

+ Đặt $ALPX = 1.8 \times 10^{-4}$; sau đó [OK].

Định nghĩa vật liệu 2

+ Material > New Model...; sau đó [OK].

+ Tiến hành như trên nhưng với $EX = 0.4 \times 10^6$ và $ALPX = 0.6 \times 10^{-4}$.

8. Đặt kích thước lưới

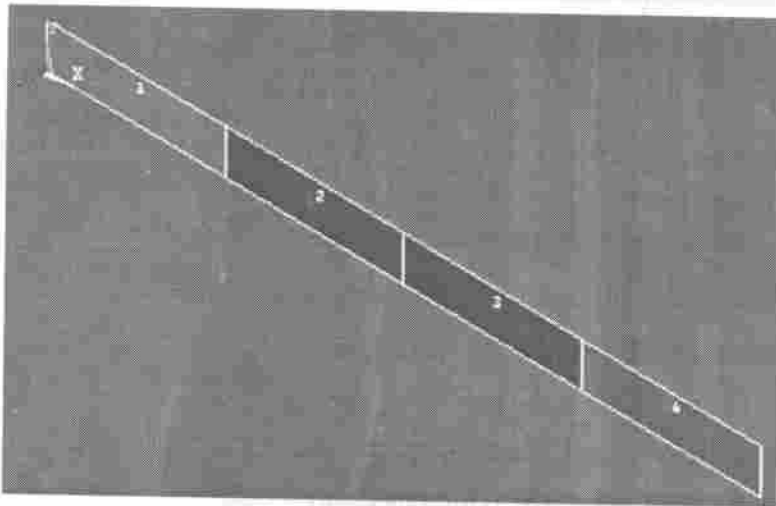
- + Preprocessor > Meshing > Size Cntrl > ManualSize > Lines > All Lines...
- + Đặt SIZE = 2; sau đó [OK].

9. Chia lưới phần tử

- + Preprocessor > Meshing > Mesh > Areas > Free > ấn nút [Pick All]

10. Bật chỉ số và hiển thị phần tử

- + Utility Menu > Plot > Elements
- + Utility Menu > PlotCtrls > Numbering ...
- + Chọn "Element numbers"; sau đó [OK].



Giai đoạn đặt tải trọng và giải

1. Chọn kiểu phân tích

- + Solution > Analysis Type > New Analysis...
- + Chọn "Static"; sau đó [OK].

2. Đặt hạn chế chuyển vị

- + Solution > Define Loads > Apply > Structural > Displacement > On Lines
- + Chọn đường 4; sau đó [OK].
- + Đặt All DOF = 0; sau đó [OK].

3. Đặt tải trọng

- + Select Solution > Define Loads > Apply > Structural > Force/Momen > On Nodes
- + Chọn nút 11; sau đó [OK].
- + Đặt MY = 10; sau đó [OK].

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

+ Select Solution > Define Loads > Apply > Structural > Temperature > Uniform Temp

+ Đặt TUNIF = 100; sau đó [OK].

4. Giải

+ Solution > Solve > Current LS

+ Ấn nút [OK].

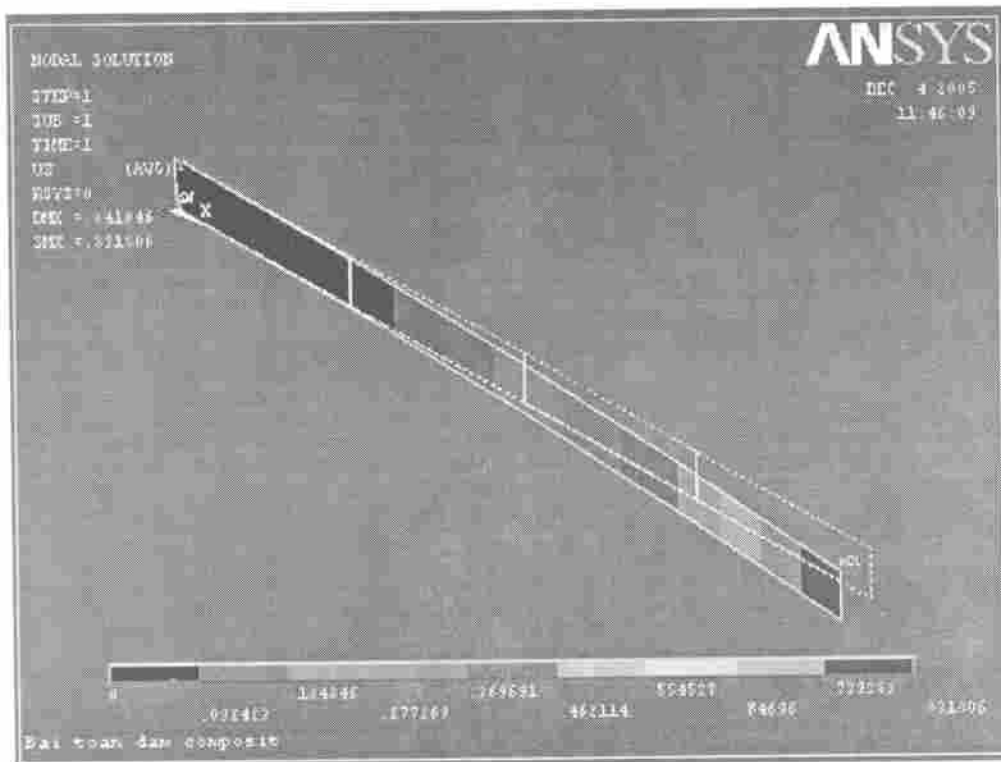
Giai đoạn khai thác kết quả

1. Xác định độ võng ở đầu tự do theo phương Z

+ General Postproc > Plot Results > Contour Plot > Nodal Solution

+ Chọn DOF solution > Z- Component of displacement; sau đó [OK].

Ta thấy độ võng ở đầu tự do là 0.841.



2. Xác định ứng suất theo phương X ở mặt trên và dưới dầm

+ General Postproc > List Results > Nodal Solution

+ Chọn Stress > X- Component of stress; sau đó [OK].

Ta thấy ứng suất ở mặt trên dầm là 2258 psi, ứng suất ở mặt dưới dầm là 1731 psi.

Lưu trữ và thoát khỏi Ansys

+ Chọn nút [Save_DB] trên thanh công cụ.

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

+ Chọn nút [Quit] trên thanh công cụ.

+ Chọn "Quit – Nosave!"; sau đó [OK].

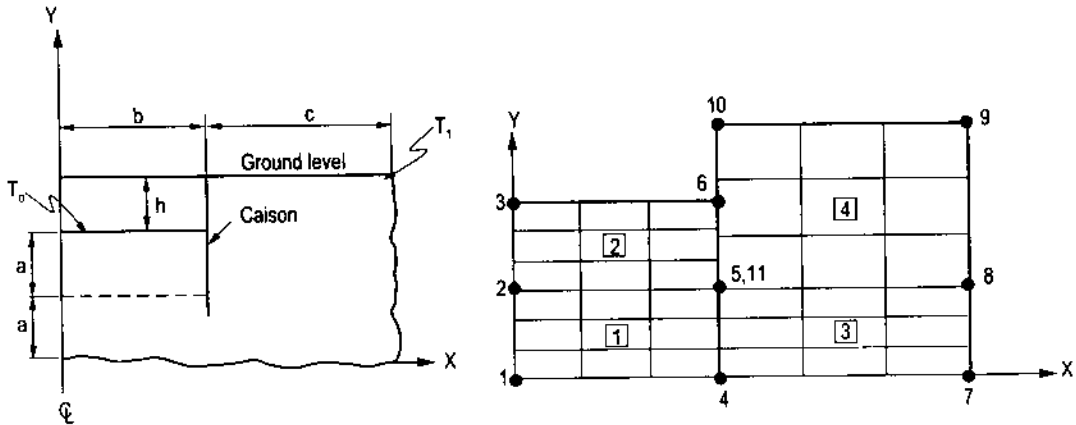
Nội dung của ví dụ bằng dòng lệnh Command

```
/PREP7
/TITLE, Bai toan dam composit
ANTYPE,STATIC
ET,1,SHELL99      ! Định nghĩa kiểu phần tử
R,1,2
RMORE
RMORE,1,0,,2,2,0,,1
MP,EX,1,1.2E6      ! Định nghĩa vật liệu 1
MP,NUXY,1,0
MP,ALPX,1,18E-5
MP,ALPY,1,0.0
MP,EX,2,0.4E6      ! Định nghĩa vật liệu 2
MP,NUXY,2,0
MP,ALPX,2,6E-5
MP,ALPY,2,0
N,1
N,9,8
FILL
NGEN,3,10,1,9,,25
E,1,3,23,21,2,13,22,11
EGEN,4,2,-1
CP,1,ROTY,9,19,29
D,1,ALL,,21,10     ! Hạn chế chuyển vị
F,19,MY,10         ! Đặt tải trọng
BFUNIF,TEMP,100
FINISH
/SOLU
SOLVE
FINISH
```

VÍ DỤ 17.3. BÀI TOÁN PHÂN TÍCH THẨM

Giới thiệu

Vẽ biểu đồ áp lực và dòng thấm của bài toán thấm dưới tường cọc cừ như hình vẽ.



Giai đoạn xây dựng mô hình hình học và chia lưới phần tử

1. Đặt kiểu phân tích

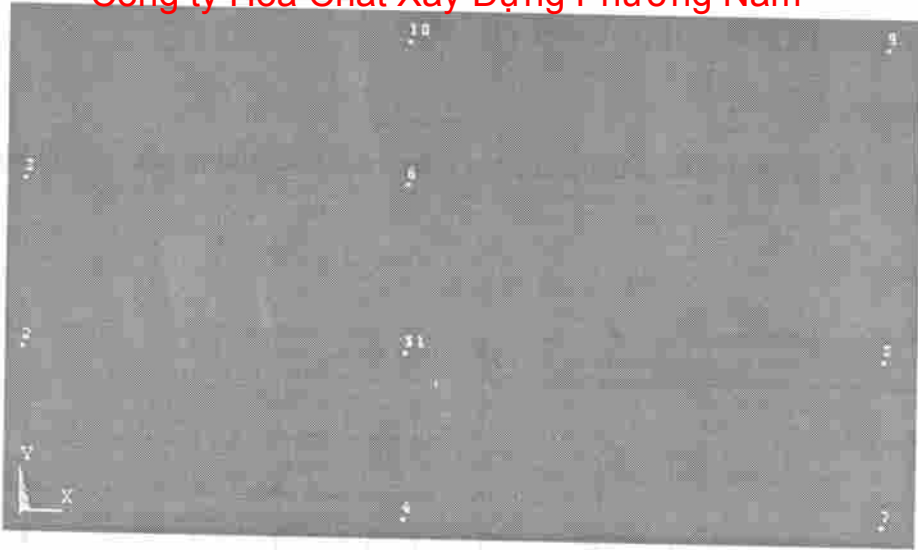
- + Main Menu > Preference...
- + Chọn "Thermal"; sau đó [OK].

2. Đặt tên cho bài toán

- + Utility Menu > File > Change Title ...
- + Đặt TITLE = Bài toán thấm; sau đó [OK].

3. Định nghĩa 11 điểm mới

- + Preprocessor > Modeling > Create > Keypoints > In Active CS
- + Đặt điểm thứ nhất 1, X= 0; Y= 0; sau đó [Apply].
- + Đặt điểm thứ hai 2, X= 0; Y= 3.5; sau đó [Apply].
- + Đặt điểm thứ ba 3, X= 0; Y= 7; sau đó [Apply].
- + Đặt điểm thứ tư 4, X= 8; Y= 0; sau đó [Apply].
- + Đặt điểm thứ năm 5, X= 8; Y= 3.5; sau đó [Apply].
- + Đặt điểm thứ sáu 6, X= 8; Y= 7; sau đó [Apply].
- + Đặt điểm thứ bảy 7, X= 18; Y= 0; sau đó [Apply].
- + Đặt điểm thứ tám 8, X= 18; Y= 3.5; sau đó [Apply].
- + Đặt điểm thứ chín 9, X= 18; Y= 10; sau đó [Apply].
- + Đặt điểm thứ mười 10, X= 8; Y= 10; sau đó [Apply].
- + Đặt điểm thứ mười một 11, X= 3.5; Y= 8; sau đó [OK].



4. Định nghĩa 4 diện tích mới

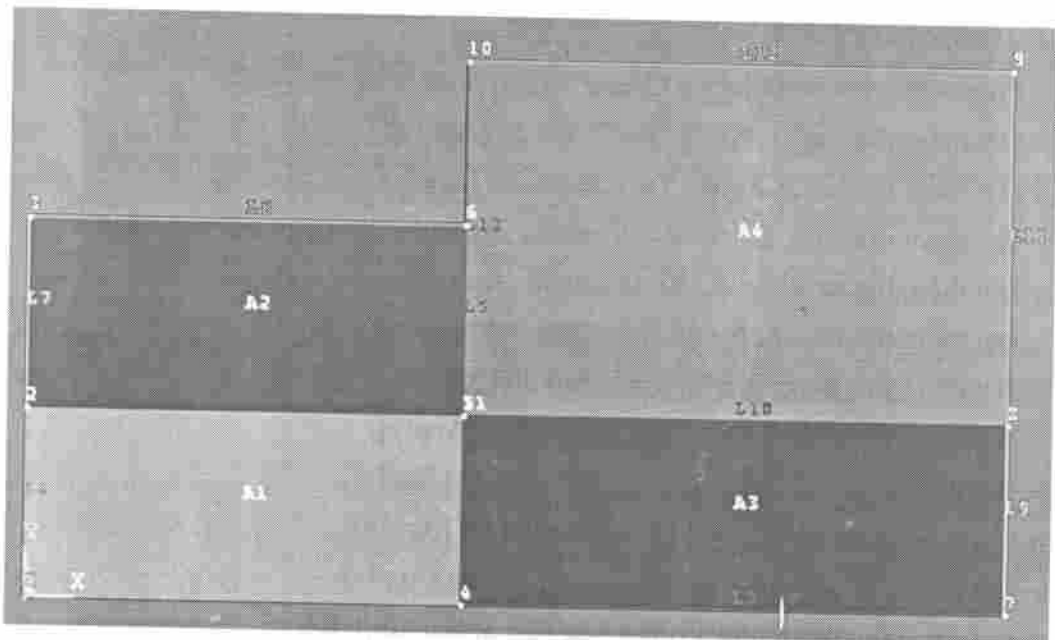
+ Preprocessor > Modeling > Create > Areas > Arbitrary > Through KPs

+ Chọn điểm thứ nhất 1, điểm 4; điểm 5, điểm 2; sau đó [Apply]. Ta được diện tích thứ nhất.

+ Chọn điểm thứ hai 2, điểm 5; điểm 6, điểm 3; sau đó [Apply]. Ta được diện tích thứ hai.

+ Chọn điểm thứ tư 4, điểm 7; điểm 6, điểm 5; sau đó [Apply]. Ta được diện tích thứ ba.

+ Chọn điểm 8, điểm 9; điểm 10, điểm 11; sau đó [OK]. Ta được diện tích thứ tư.



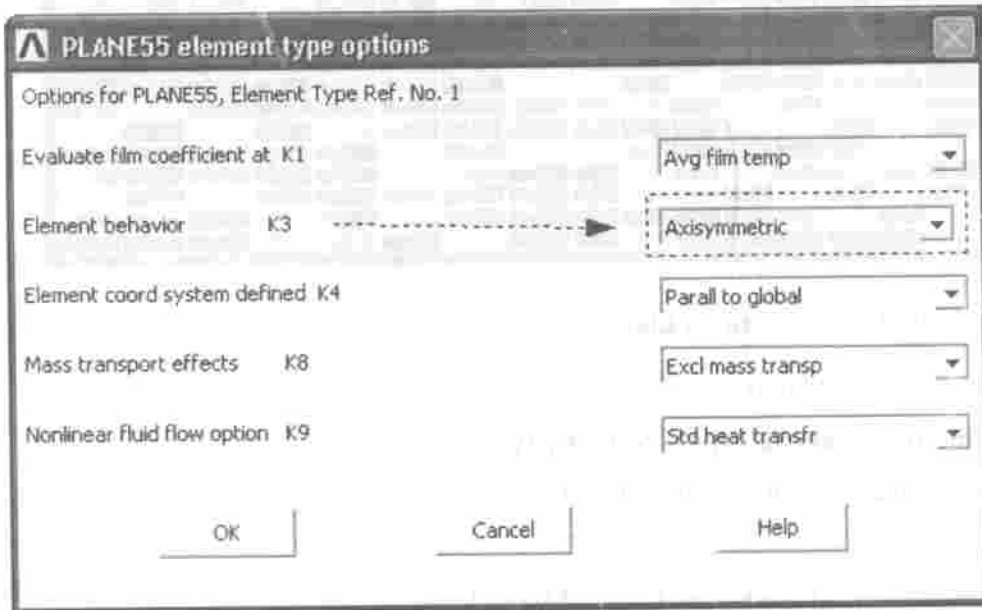
Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

5. Định nghĩa loại phần tử

+ Preprocessor > Element Type > Add/Edit/Delete...

+ Chọn nút [Add...] chọn phần tử PLANE55; sau đó [OK]. Để giải bài toán này chúng ta sử dụng phần tử PLANE55.

+ Chọn nút [Options...] chọn K3 = Axisymmetric; sau đó [OK].



6. Định nghĩa thuộc tính vật liệu

+ Preprocessor > Material Props > Material Models > Thermal > Conductivity > Isotropic

+ Đặt KXX = 0.864; sau đó [OK].

7. Đặt kích thước lưới

+ Preprocessor > Meshing > Size Cntrls > ManualSize > Lines > All Lines...

+ Đặt NDIV = 8 (số phần tử chia); sau đó [OK].

8. Chia lưới phần tử

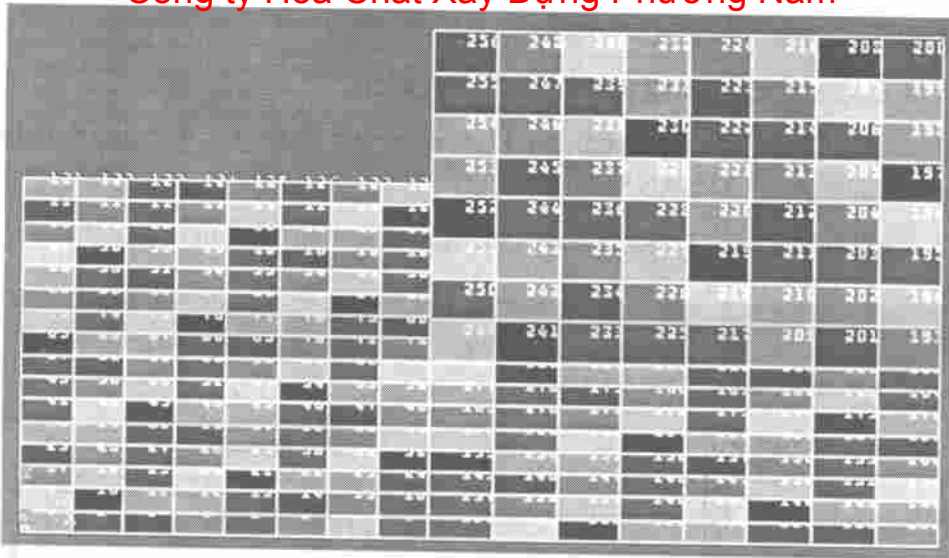
+ Preprocessor > Meshing > Mesh > Areas > Mapped > 3 or 4 sided > ấn nút [Pick All]

9. Bật chỉ số và hiển thị phần tử

+ Utility Menu > Plot > Elements

+ Utility Menu > PlotCtrls > Numbering ...

+ Chọn "Element numbers"; sau đó [OK].



Giai đoạn đặt tải trọng và giải

1. Chọn kiểu phân tích

+ Solution > Analysis Type > New Analysis...

+ Chọn "Steady - State"; sau đó [OK].

2. Liên kết tất cả các nút

+ Preprocessor > NumberingCtrls > Merge Items

+ Ấn [OK].

3. Đặt tải trọng

+ Select Solution > Define Loads > Apply > Thermal > Temperature > On Nodes

+ Chọn các nút có cao độ là $Y = 7$; sau đó [OK].

+ Đặt $TEMP = 0$ sau đó [Apply].

+ Chọn các nút có cao độ là $Y = 10$; sau đó [OK].

+ Đặt $TEMP = 3$; sau đó [OK].

4. Giải

+ Solution > Solve > Current LS

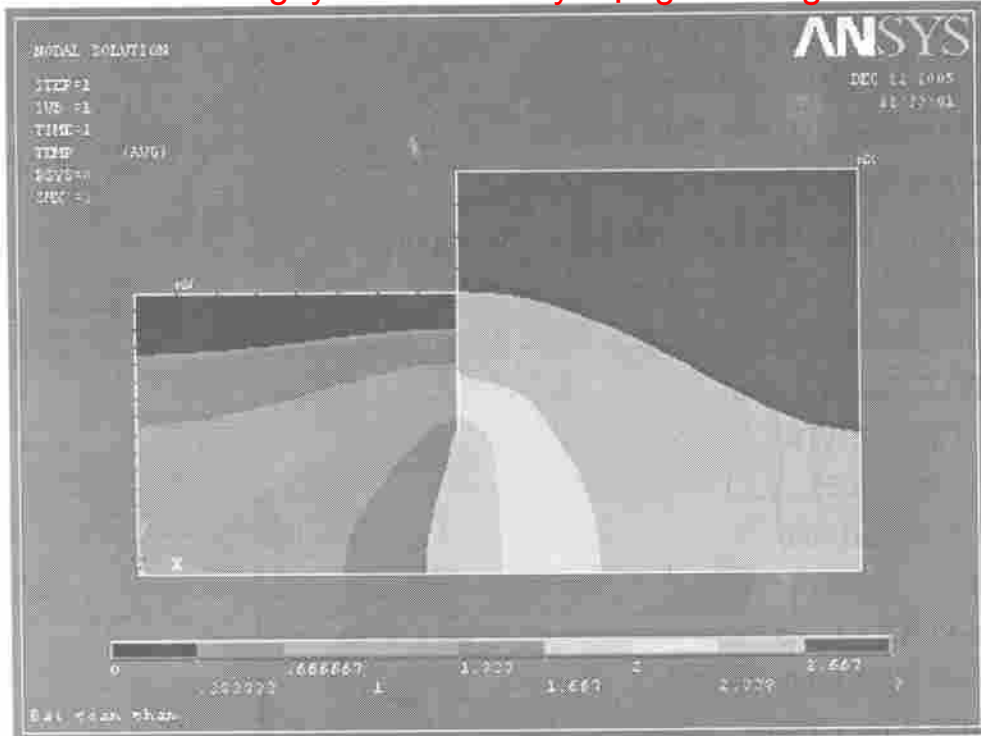
+ Ấn nút [OK].

Giai đoạn khai thác kết quả

1. Xác định biểu đồ áp lực

+ General Postproc > Plot Results > Contour Plot > Nodal Solution

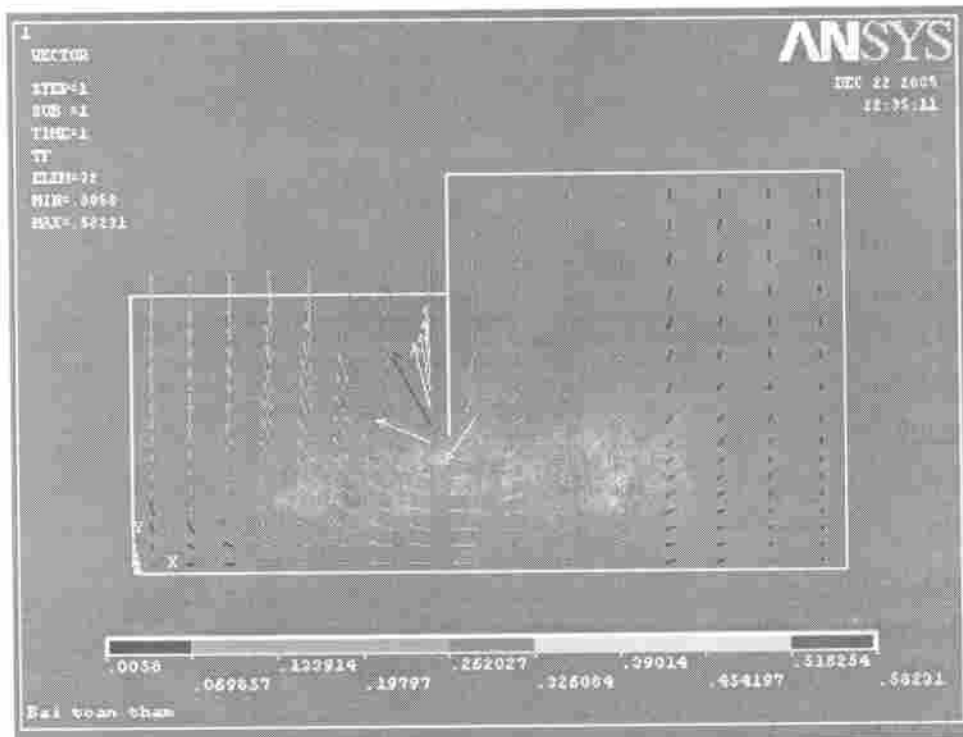
+ Chọn DOF solution > Nodal Temperature; sau đó [OK].



2. Xác định đường thấm

+ General Postproc > Plot Results > Vector Plot > Predefined

+ Ấn [OK].



Lưu trữ và thoát khỏi Ansys

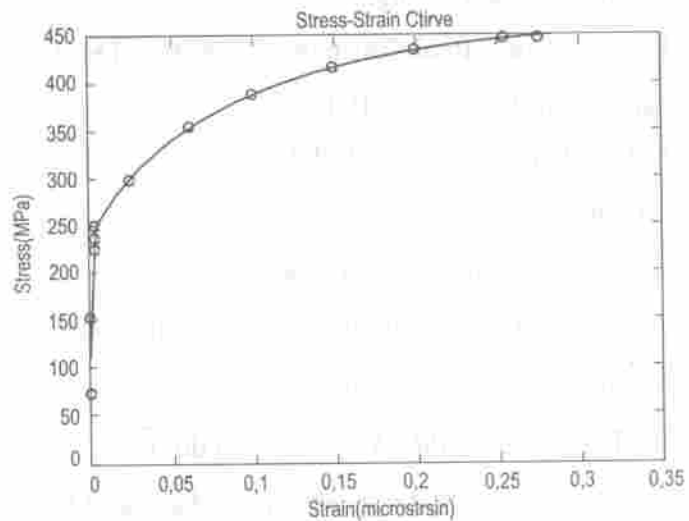
- + Chọn nút [Save_DB] trên thanh công cụ.
- + Chọn nút [Quit] trên thanh công cụ.
- + Chọn “Quit – Nosave!”; sau đó [OK].

Nội dung của ví dụ bằng dòng lệnh Command

```
/PREP7
SMRT,OFF
/TITLE, Bai toan tham
ANTYPE,STATIC
ET,1,PLANE55,,,1,,,1
MP,KXX,1,0.864
K,1
*REPEAT,3,1,,3.5
KGEN,2,1,3,1,8.0
KGEN,2,1,2,1,18.0
K,9,18,10
K,10,8,10
K,11,8.0,3.5
L,1,4
*REPEAT,3,1,1
L,10,9
L,11,8
L,4,7
LESIZE,ALL,,,8
A,1,4,5,2
A,2,5,6,3
A,4,7,8,5
A,11,8,9,10
ESIZE,,5
MSHK,2
MSHA,0,2D
AMESH,ALL
NUMMRG,NODE
NSEL,S,LOC,Y,7.0
```

```
D,ALL,TEMP,0  
NSEL,S,LOC,Y,10  
D,ALL,TEMP,3  
NSEL,ALL  
FINISH  
/SOLU  
SOLVE  
FINISH  
/POST1  
/CLABEL,,1  
/CONTOUR,,20  
/EDGE,,1  
PLNSOL,TEMP  
/VSCALE,,-1  
PLVECT,TG  
NSEL,S,LOC,Y,7.0  
PRRSOL,HEAT  
FSUM,HEAT  
/OUT  
FINISH
```

VÍ DỤ 17.4. BÀI TOÁN VẬT LIỆU PHI TUYẾN



Giới thiệu

Bài toán này phân tích sự làm việc của một cột cao 100mm, mặt cắt ngang 5mmx5mm nằm ở chân và chịu lực kéo ở đỉnh, lực tác dụng này vượt quá sự làm việc trong giai đoạn đàn hồi của vật liệu.

Giai đoạn xây dựng mô hình hình học và chia lưới phần tử

1. Đặt tên cho bài toán

+ Utility Menu > File > Change Title ...

+ Đặt TITLE = Vat lieu phi tuyen.

2. Định nghĩa 2 điểm mới

+ Preprocessor > Modeling > Create > Keypoints > In Active CS

+ Điểm thứ nhất 1, X= 0; Y= 0; sau đó [Apply].

+ Điểm thứ hai 2, X= 0; Y= 100; sau đó [OK].

3. Định nghĩa 1 đường mới

+ Preprocessor > Modeling > Create > Lines > Lines > Straight Line.

+ Chọn điểm 1, điểm 2; sau đó [OK].

4. Định nghĩa loại phần tử

+ Preprocessor > Element Type > Add/Edit/Delete...

+ Ấn nút [Add...].

+ Chọn phần tử 2D spar; sau đó [OK].

+ Ấn nút [Close].

5. Định nghĩa mặt cắt ngang cột

+ Preprocessor > Real Constants > Add/Edit/Delete...

+ Ấn nút [Add...]; sau đó [OK].

+ Đặt AREA = 25; sau đó [OK].

+ Ấn nút [Close].

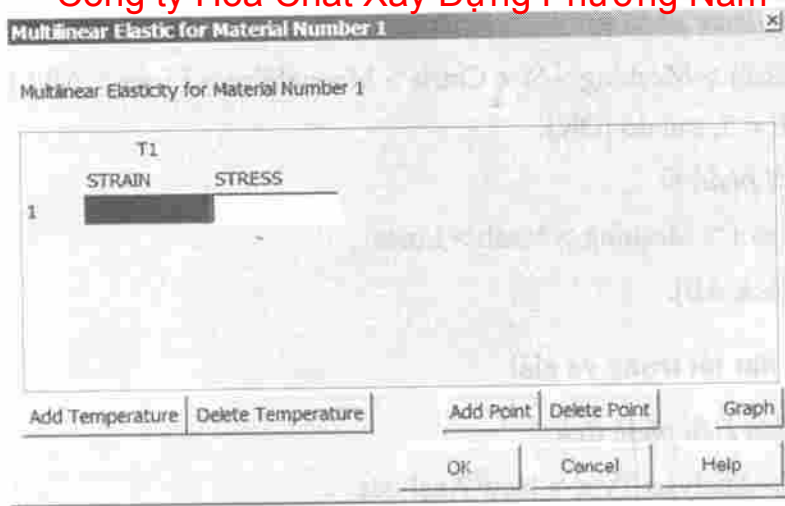
6. Định nghĩa thuộc tính vật liệu

+ Preprocessor > Material Props > Material Models...

+ Ấn nút Structural > Linear > Elastic > Isotropic.

+ Đặt EX = 75000; PRXY = 0.33; sau đó [OK].

+ Preprocessor > Material Props > Material Models > Structural > Nonlinear > Elastic > Multilinear Elastic

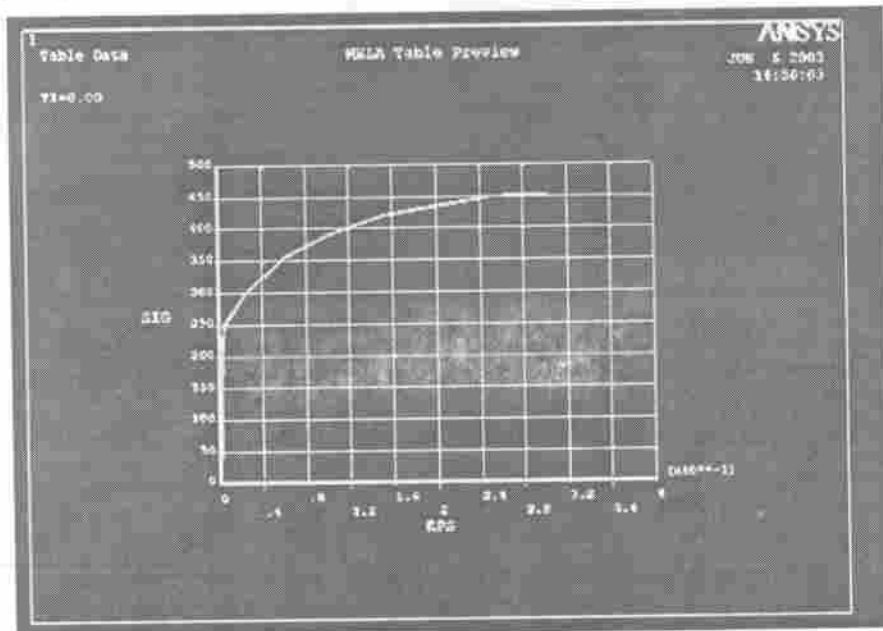


+ Đặt STRAIN = 0; STRESS = 0; và các giá trị tương tự như liệt kê trong bảng.

Biến dạng	Ứng suất (N/mm ²)	Biến dạng	Ứng suất (N/mm ²)
0.001	75	0.060	355
0.002	150	0.100	390
0.003	225	0.200	435
0.004	240	0.250	449
0.005	250	0.275	450
0.025	300		

+ Ấn [Graph], ta sẽ thấy được biểu đồ quan hệ giữa biến dạng và ứng suất.

+ Ấn [OK].



7. Đặt kích thước phần tử

- + Preprocessor > Meshing > Size Cntrls > ManualSize > Lines > All Lines
- + Đặt SIZE = 5; sau đó [OK].

8. Chia lưới phần tử

- + Preprocessor > Meshing > Mesh > Lines
- + Ấn nút [Pick All].

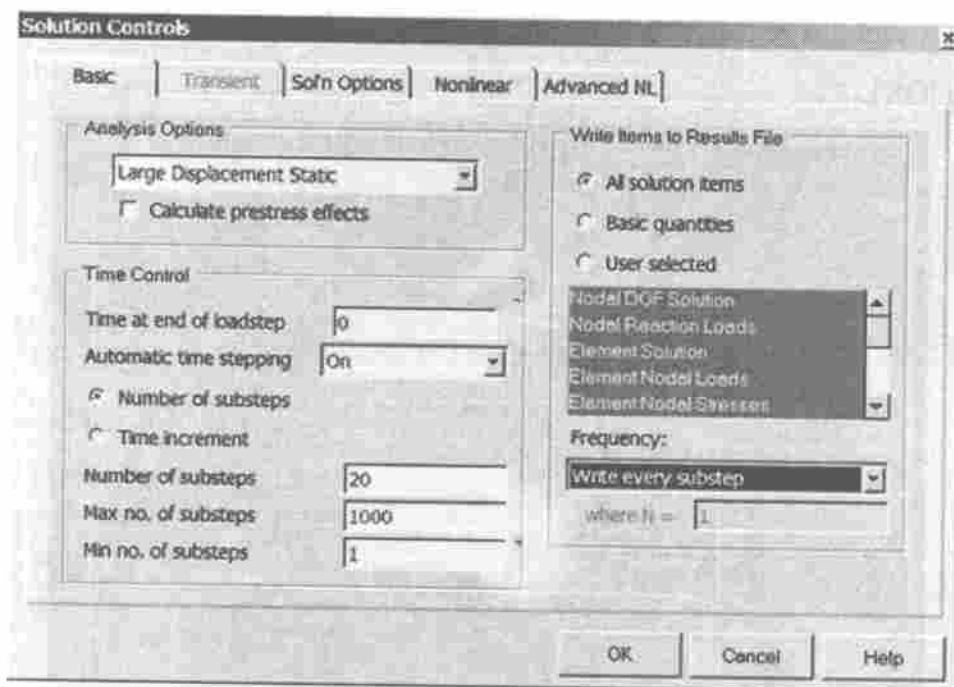
Giai đoạn đặt tải trọng và giải

1. Định nghĩa kiểu phân tích

- + Solution > Analysis Type > New Analysis
- + Chọn 'Static'; sau đó [OK].

2. Đặt chế độ phân tích

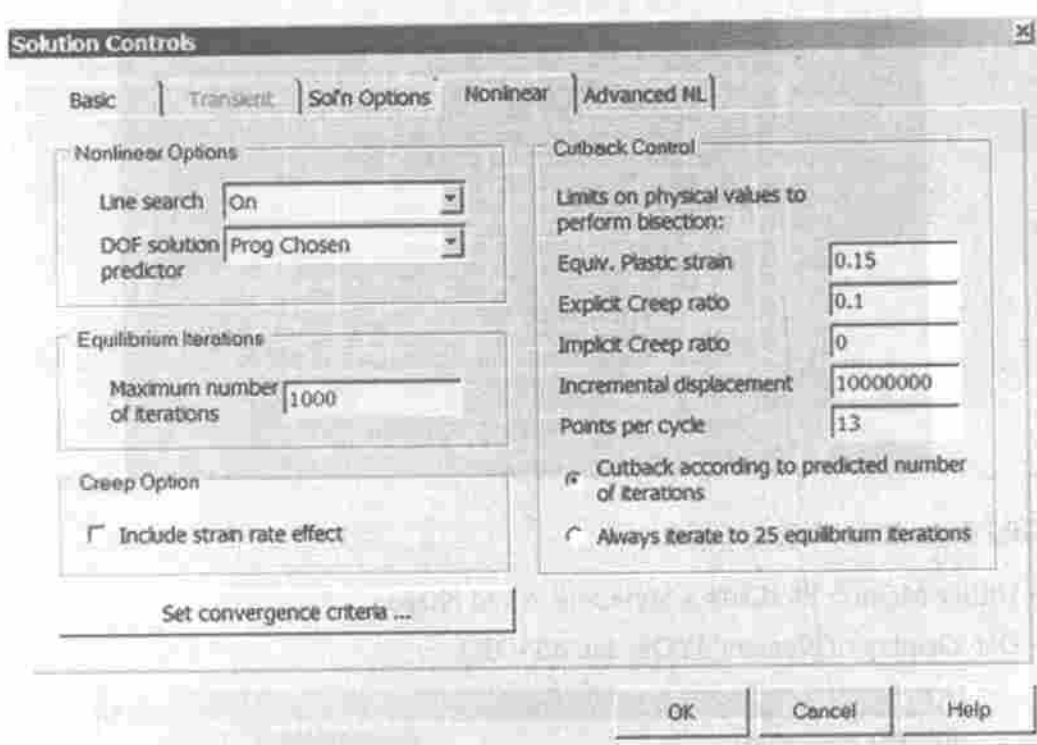
- + Select Solution > Analysis Type > Sol'n Control...
- + Chọn 'Large Static Displacements Static'.
- + Đặt Automatic time là On.
- + Đặt number of substeps là 20; maximum number of substeps là 1000
- + Đặt minimum number of substeps là 1.
- + Chọn 'Write every substeps'.



Chọn tab 'Nonlinear'.

+ Đặt Line Search là On.

+ Đặt Maximum Number of Iterations là 1000; sau đó [OK].



3. Hạn chế chuyển vị

+ Solution > Define Loads > Apply > Structural > Displacement > On Keypoints

+ Chọn điểm 1; sau đó [OK].

+ Đặt All DOF = 0; sau đó [OK].

4. Đặt tải trọng lên dầm

+ Structural > Force/Moment > on Keypoints.

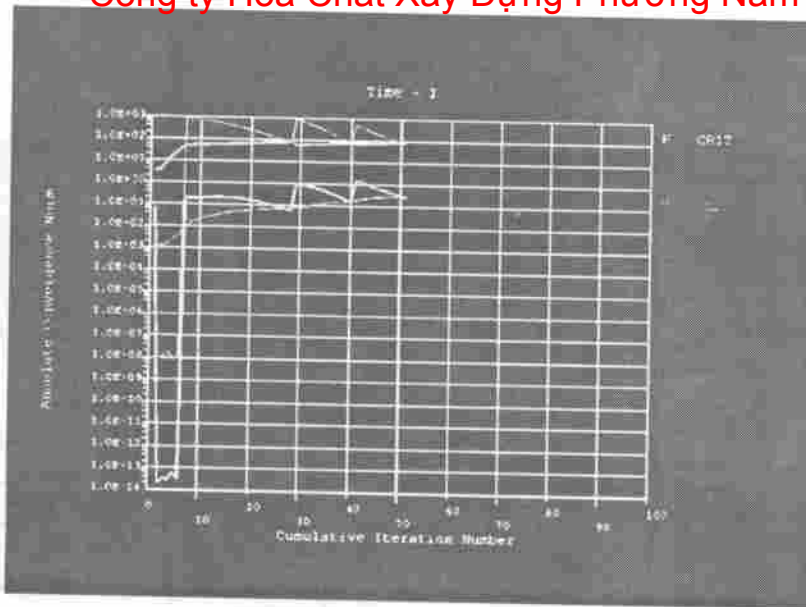
+ Chọn điểm 2; sau đó [OK].

+ Chọn 'Direction of force/mom' là FY; VALUE = 10000; sau đó [OK].

5. Giải

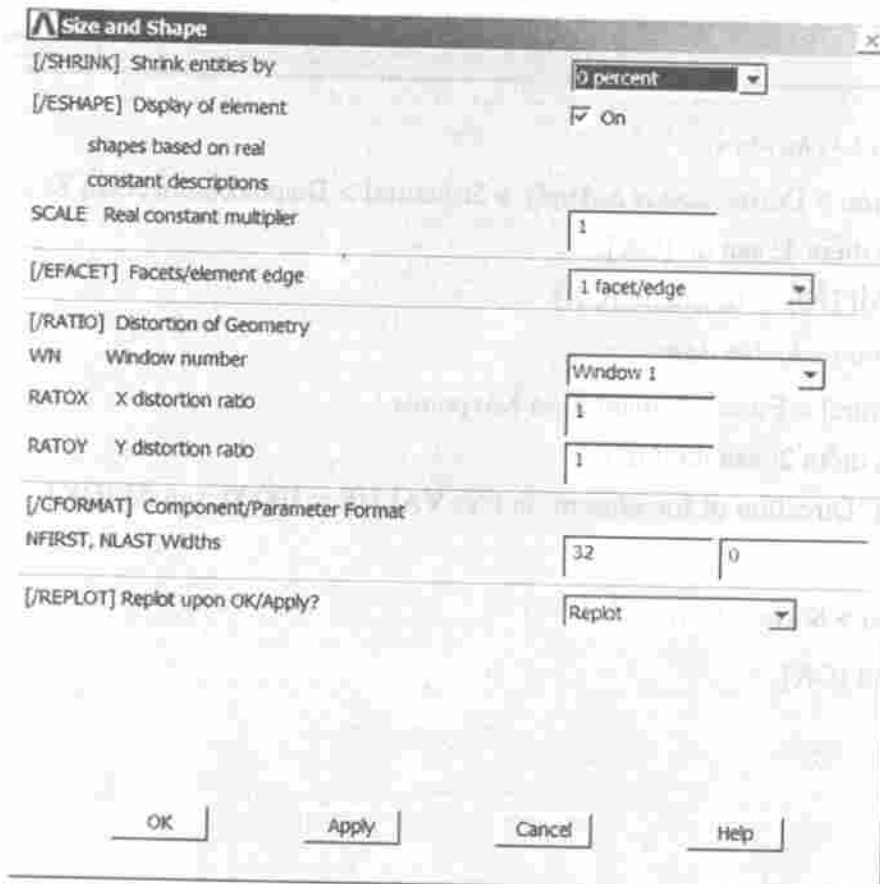
Solution > Solve > Current LS.

+ Ấn nút [OK].



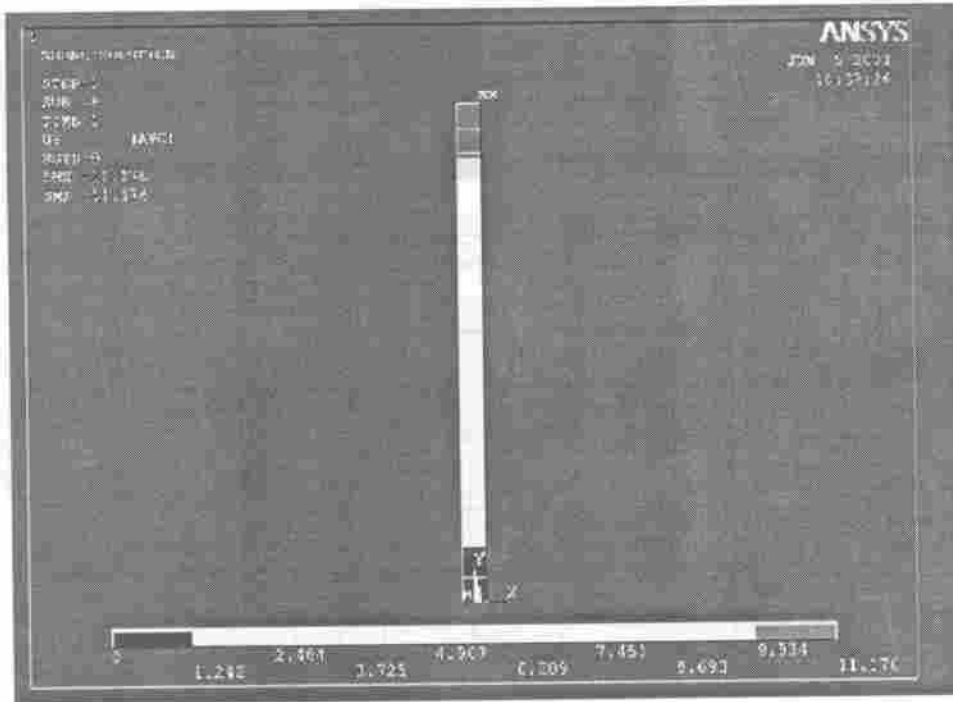
Giai đoạn khai thác kết quả

- + Utility Menu > PlotCtrls > Style > Size and Shape
- + Đặt 'Display of element' là On; sau đó [OK].




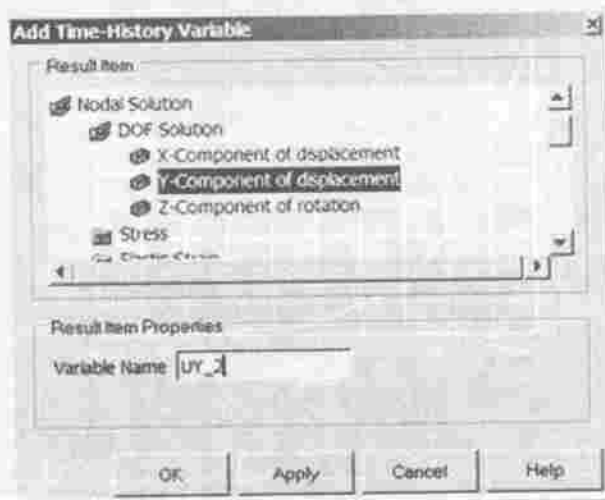
1. *Hiển thị biến dạng*

- + General Postproc > Plot Results > Contour Plot > Nodal Solu...
- + Đặt Item, Comp = DOF solution, UY; sau đó [OK].



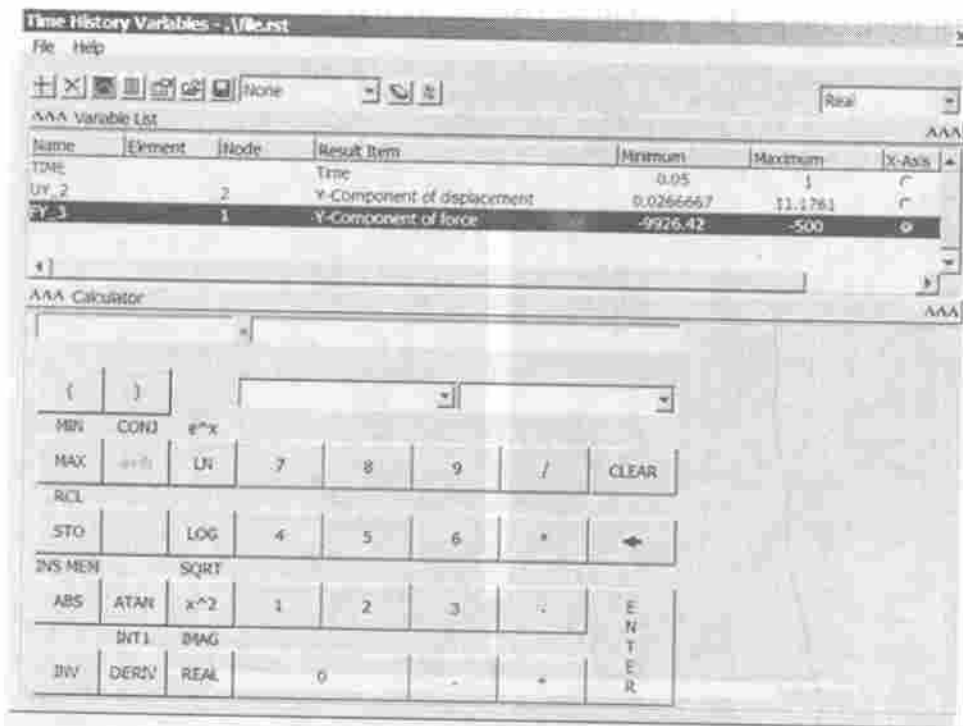
2. *Hiển thị biểu đồ quan hệ giữa tải trọng và biến dạng*

- + Main Menu > TimeHist Postpro
- + Ấn nút 
- + Nodal Solution > DOF Solution > Y-Component of displacement
- + Chọn điểm 2; sau đó [Apply].



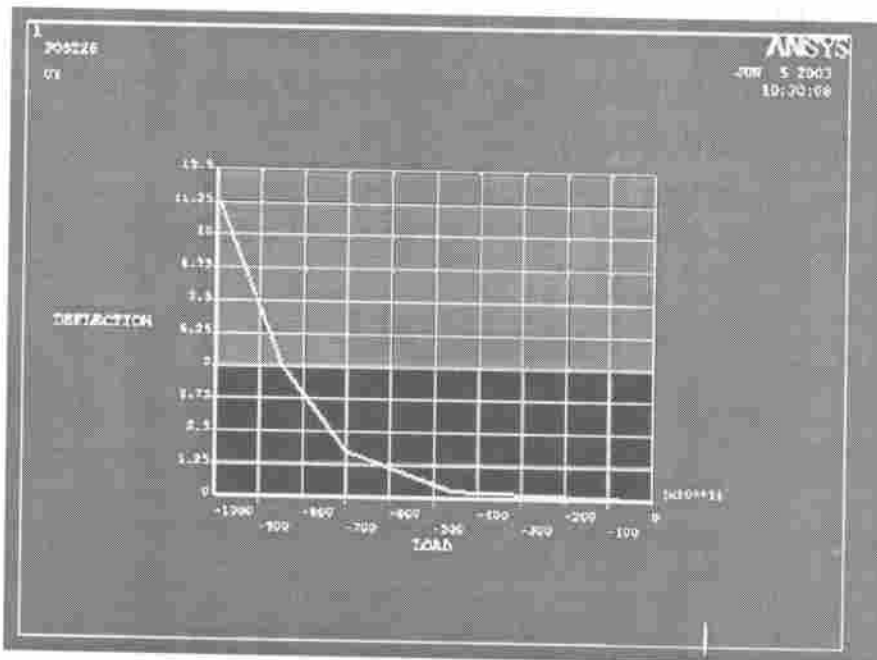
+ Reaction Forces > Structural Forces > Y-Component of Force

+ Chọn điểm 1; sau đó [OK].



+ Chọn UY_2 trong cửa sổ Time History Variables.

+ Ấn nút .



Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

Biểu đồ trên biểu thị quan hệ giữa tải trọng với biến dạng với vật liệu làm việc trong giai đoạn tuyến tính và phi tuyến.

Lưu trữ và thoát khỏi Ansys

- + Chọn nút [Save_DB] trên thanh công cụ.
- + Chọn nút [Quit] trên thanh công cụ.
- + Chọn “Quit – Nosave!”; sau đó [OK].

Nội dung của ví dụ bằng dòng lệnh Command

```
/prep7
k,1,0,0      ! Định nghĩa điểm mới
k,2,0,100
l,1,2        ! Định nghĩa đường mới
ET,1,LINK1   ! Định nghĩa phần tử
R,1,25
MP,EX,1,75000 ! Định nghĩa vật liệu
MP,PRXY,1,0.3
TB,MELA,1,1,12,
TBPT,,.001,75
TBPT,,.002,150
TBPT,,.003,225
TBPT,,.004,240
TBPT,,.005,250
TBPT,,.025,300
TBPT,,.06,355
TBPT,,.1,390
TBPT,,.15,420
TBPT,,.2,435
TBPT,,.25,449
TBPT,,.275,450
ESIZE,5
LMESH,all    ! Chia lưới phần tử
FINISH
/SOLU
```

```
NLGEOM,ON
NSUBST,20,1000,1
OUTRES,ALL,ALL
AUTOTS,ON
LNSRCH,ON
NEQIT,1000
ANTYPE,0
DK,1,all      ! Hạn chế chuyển vị
FK,2,FY,10000 ! Đặt tải
SOLVE
FINISH
/POST1
/ESHAPE,1
PLNSOL,U,Y,0,1
FINISH
/POST26
RFORCE,2,1,F,Y
NSOL,3,2,U,Y
XVAR,2
PLVAR,3
/AXLAB,Y,DEFLECTION
/AXLAB,X,LOAD
/REPLOT
```

BẢNG CHUYỂN ĐỔI ĐƠN VỊ GIỮA HAI HỆ US VÀ SI

Đổi từ đơn vị US sang đơn vị SI nhân với	Đơn vị US	Đơn vị SI	Đổi từ đơn vị SI sang đơn vị US nhân với
25.4000	in	mm	0.03937
0.3048	ft	m	3.2810
645.2000	in ²	mm ²	1.55×10 ³
16.39×10 ³	in ³	mm ³	61.01×10 ⁶
416.2×10 ³	in ⁴	mm ⁴	2.403×10 ⁶
0.0929	ft ²	m ²	10.7600
0.0283	ft ³	m ³	35.3200
0.4536	lb	kgf	2.2050
4.4480	lb (lực)	N	0.2248
4.4480	kip (lực)	kN	0.2248
1.3560	ft-lb	Nm	0.7374
14.5900	lb/ft	N/m	0.0686
6.8950	psi	kPa	0.1450
0.0479	psf	kPa	20.885
0.556×(°F-32)	°F	°C	(1.8×°C)+32

Ghi chú:

lb = pound;

1kip = 1000 *lb*

psf = *lb/ft²*;

ksf = *kip/ft²*

1kN = 1000N;

1Pa = *1N/m²* = 0,1*kG/m²*

1kPa = 1000 *Pa* = 1000*N/m²* = 100*kG/m²*

Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam
TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Lê Ngọc Hồng. *Cơ sở cơ học môi trường liên tục và lý thuyết đàn hồi*. NXB Khoa học và Kỹ thuật, 2002.
2. Nguyễn Văn Khang. *Dao động kỹ thuật*. NXB Khoa học và Kỹ thuật, 1998.
3. TS. Nguyễn Văn Liên. *Sức bền vật liệu*. NXB Xây dựng, 2003.
4. GS. TS Nguyễn Văn Phái. *Giải bài toán kỹ thuật bằng chương trình ANSYS*. NXB Khoa học và Kỹ thuật, 2003.
5. Chu Quốc Thắng. *Phương pháp phần tử hữu hạn*. NXB Khoa học và Kỹ thuật, 1997.
6. Lê Thọ Trình. *Cơ học kết cấu*. NXB Khoa học và Kỹ thuật, 2004.
7. Lê Thọ Trình. *Ổn định công trình*. NXB Khoa học và Kỹ thuật, 2002.
8. Đinh Quốc Trụ. *Hướng dẫn sử dụng ANSYS. Chương trình phần mềm thiết kế mô phỏng bằng phương pháp phần tử hữu hạn*. NXB Khoa học và Kỹ thuật, 2000.
9. PGS. TS Nguyễn Mạnh Yên. *Phương pháp số trong cơ học kết cấu*. NXB Khoa học và Kỹ thuật, 1996.
10. PGS. TS Bùi Công Thành, KS Lê Tuấn Đức. *Sử dụng phương pháp Merchant - Rankine kết hợp phương pháp hệ số ngàm - đầu mút trong phân tích khung thép phẳng có liên kết nửa cứng*. Tạp chí Xây dựng số 3/2006.
11. Bathe, K.J. *Finite Element Procedures*. Prentice - Hall, Englewood Cliffs (1996).
12. Cook, R.D. *Concepts and Applications of Finite Element Analysis*. Second Edition, John Wiley and Sons, New York (1981).
13. Galambos, T.V. *Structural Members and Frames*. Prentice - Hall, Englewood Cliffs (1968).
14. Hall, A.S and Woodhead, R. W. *Frame Analysis*, John Wiley and Sons. New York (1961).
15. Imgrund, M.C. *ANSYS Verification Manual*. Swanson Analysis Systems, Inc (1992).
16. Robinson, J. *Basic and Shape Sensivity Tests for Membrane and Plate Bending Finite Element*. Robinson and Associates (January 1985).
17. Szabo, Barna and Babuska, Ivo. *Finite Element Analysis*. John Wiley & Sons (1991).
18. Thomson, William T. *Theory of Vibrations with Applications*. Prentice Hall, pp.343-352 (1971).
19. Zienkiewicz, O. C. *The Finite Element Method*. McGraw - Hill Company, London, (1997).

MỤC LỤC

	<i>Trang</i>
Lời nói đầu	3
Phần 1	
HƯỚNG DẪN SỬ DỤNG ANSYS	
Chương 1. Giới thiệu về phần mềm ANSYS	
1.1. Cách cài đặt ANSYS	6
1.2. Khởi động ANSYS	7
1.3. Giao diện ANSYS	7
1.4. Kết thúc làm việc thoát khỏi ANSYS	8
Chương 2. Mô tả hình học kết cấu	
2.1. Các hệ tọa độ trong ANSYS	9
2.2. Các đối tượng hình học của ANSYS	10
2.3. Cách tạo các điểm (keypoints)	11
2.4. Cách tạo các đường (Lines)	12
2.5. Cách tạo các diện tích (Areas)	13
2.6. Cách tạo các thể tích (Volumes)	14
2.7. Các toán tử logic (Boolean) tạo khối hình học	15
Chương 3. Xây dựng mô hình phần tử hữu hạn	
3.1. Định nghĩa các thuộc tính phần tử	24
3.2. Xác định các thông số điều khiển việc chia lưới	42
3.3. Tạo lưới phần tử hữu hạn	45
Chương 4. Các thuộc tính vật liệu	
4.1. Sử dụng thư viện vật liệu	46
4.2. Khai báo trực tiếp các thông số vật liệu	46
Chương 5. Đặt tải	
5.1. Định nghĩa tải	49
5.2. Hệ tọa độ nút (Nodal coordinate system – NCS)	50

5.3. Các ràng buộc chuyển vị	51
5.4. Lực tập trung	52
5.5. Hiện thị tải	52
Chương 6. Các bước tính toán	
6.1. Các phương pháp giải	53
6.2. Nhiều bước tải (multiple loadsteps)	55
Chương 7. Phân tích kết cấu	
7.1. Xử lý ban đầu	58
7.2. Các tùy chọn giải	62
Chương 8. Xử lý kết quả	
8.1. Các lựa chọn	65
8.2. Hệ tọa độ kết quả	66
8.3. Lựa chọn kết quả theo đường (Path Operation)	67
8.4. Đánh giá sai số	69
8.5. Kết hợp các trường hợp tải	71
8.6. Dụng cụ hiển thị các kết quả (Results Viewer)	72
8.7. Công cụ hiển thị biến (Variable Viewer)	72
Chương 9. Xây dựng mô hình với sự hỗ trợ của các chương trình CAD	
9.1. Giới thiệu về tiện ích ANSYS Connection Products	74
9.2. Xuất dữ liệu dạng .sat từ AutoCAD sang ANSYS	74
9.3. Xuất dữ liệu dạng .igs từ SolidWorks sang ANSYS	76
Phần 2	
SỬ DỤNG ANSYS ĐỂ GIẢI CÁC BÀI TOÁN KẾT CẤU	
Chương 10. Xây dựng mô hình hình học	
Ví dụ 10.1. Xây dựng mô hình hình học một cái puli trong ANSYS	78
Ví dụ 10.2. Xây dựng mô hình hình học một bộ phận dàn 3D trong ANSYS	88
Ví dụ 10.3. Xây dựng mô hình với sự hỗ trợ của AutoCAD	94
Ví dụ 10.4. Xây dựng mô hình với sự hỗ trợ của SolidWorks	97
Chương 11. Tính toán hệ thanh dàn	
Ví dụ 11.1. Giải Bài toán dàn phẳng	103

Ví dụ 11.2. Bài toán xác định độ võng của thanh	118
Ví dụ 11.3. Giải bài toán dàn 3D	122
Chương 12. Tính toán dầm	
Ví dụ 12.1. Bài toán kết cấu dầm côngxon chịu tải trọng tập trung	127
Ví dụ 12.2. Bài toán dầm côngxon chịu tải trọng phân bố tam giác	134
Ví dụ 12.3. Bài toán uốn dầm côngxon có mặt cắt ngang T	139
Ví dụ 12.4. Bài toán phân tích kết cấu dầm chịu tải trọng phân bố	143
Ví dụ 12.5. Bài toán xác định ứng suất và độ võng của dầm	149
Chương 13. Bài toán tấm và vỏ	
Ví dụ 13.1. Bài toán xác định độ võng của ống chịu nén	154
Ví dụ 13.2. Bài toán tấm chịu kéo	159
Chương 14. Giải bài toán ổn định	
Ví dụ 14.1. Bài toán ổn định khi uốn dọc	168
Ví dụ 14.2. Phân tích ổn định theo bài toán phi tuyến	173
Chương 15. Giải bài toán dao động	
Ví dụ 15.1. Bài toán phân tích sự làm việc của dầm côngxon chịu tải trọng động tập trung điều hoà	180
Ví dụ 15.2. Bài toán dao động của hệ một bậc tự do	186
Ví dụ 15.3. Bài toán dao động tự do của hệ nhiều bậc tự do	193
Chương 16. Giải bài toán khung	
Ví dụ 16.1. Bài toán khung phẳng	198
Ví dụ 16.2. Bài toán khung 3D	204
Chương 17. Giải một số bài toán đặc biệt	
Ví dụ 17.1. Bài toán uốn dầm trên nền đất đàn hồi	212
Ví dụ 17.2. Bài toán uốn dầm composit	215
Ví dụ 17.3. Bài toán phân tích thấm	221
Ví dụ 17.4. Bài toán vật liệu phi tuyến	227
Tài liệu tham khảo	238

TÍNH KẾT CẤU BẰNG PHẦN MỀM ANSYS VERSION 10.0

Chịu trách nhiệm xuất bản :

BÙI HỮU HẠNH

<i>Biên tập :</i>	TRẦN CƯỜNG
<i>Chế bản :</i>	LÊ THỊ HƯƠNG
<i>Sửa bản in :</i>	MINH TUẤN
<i>Bìa :</i>	NGUYỄN HỮU TÙNG

In 1000 cuốn khổ 19×27cm, tại Xưởng in Nhà xuất bản Xây dựng. Giấy chấp nhận đăng ký kế hoạch xuất bản số 89-2006/CXB/46-07/XD, ngày 24/1/2006. In xong nộp lưu chiểu tháng 6-2006.

6X-6X4.02	89 - 2006
XD- 2006	