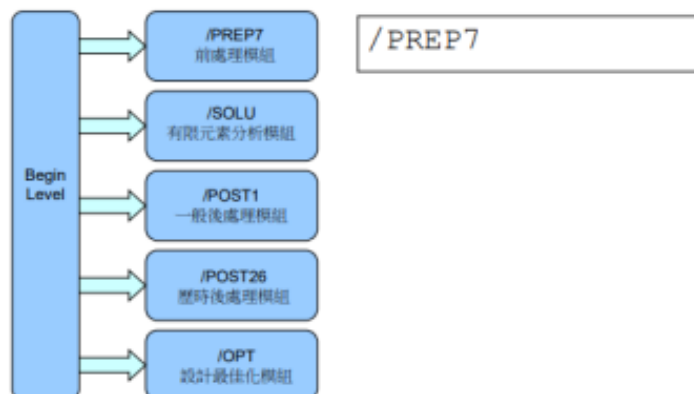


分析步驟

3.3.4 進入前處理模組

- Set Up
- Preprocessing
 - Solid Modeling
 - Meshing
- Solution
 - Specifying Loads
 - Solving the Analysis Model
- Postprocessing



■ 單位換算

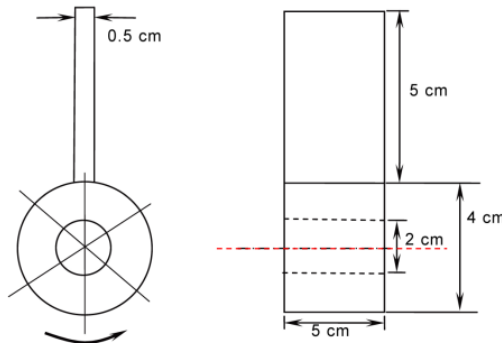
Table 2-1 Consistent units.

Quantity	SI	SI (mm)	US Unit (ft)	US Unit (inch)
Length	m	mm	ft	in
Force	N	N	lbf	lbf
Mass	kg	tonne (10 ³ kg)	slug	lbf s ² /in
Time	s	s	s	s
Stress	Pa (N/m ²)	MPa (N/mm ²)	lbf/ft ²	psi (lbf/in ²)
Energy	J	mJ (10 ⁻³ J)	ft lbf	in lbf
Density	kg/m ³	tonne/mm ³	slug/ft ³	lbf s ² /in ⁴

length	1	1000	3.281	39.37
force	1	1	0.2248	0.2248
mass	1	1000	0.0685	5.71 × 10 ⁻³
time	1	1	1	1
stress	1	10 ⁶	2.09 × 10 ⁻²	1.45 × 10 ⁻⁴
energy	1	10 ⁻³	0.7375	8.8507
density	1	10 ⁻¹²	1.94 × 10 ⁻³	9.36 × 10 ⁻⁸

指令：[Mechanical APDL Command Reference \(bme.hu\)](http://bme.hu)

有一輪轂內徑為2 cm，外徑4 cm，寬度為5 cm，
 總共6 片葉片平均分布於輪轂，葉片長5 cm，厚
 0.5 cm，轉速為2000 rpm，鋼材 $E=200 \times 10^9 \text{ N/m}^2$
 $\rho = 7800 \text{ Kg/m}^3$ 、 $\nu = 0.3$ ，求應力分佈。



$$1 \text{ rev/min} = 2\pi \text{ rad} / 60 \text{ s} \\ = 0.1047 \text{ rad s}^{-1}$$

FINISH

/CLEAR

/prep7

PCIRC, 10, 20, -30, 30 (創建以工作平面原點為中心之圓形區域：PCIRC,圓內徑,圓外徑,起始角度,結束角度)

RECTNG, 0, 70, -2.5, 2.5 (在工作平面上的任意位置建立矩形區域：RECTNG, x1, x2, y1, y2)

AOVLAP, ALL (重疊區選取)

ADELE, 6, , , 1 (刪除區域：ADELE, 第幾個區域, , , 1 為刪除區域(0)和關鍵點)

ET, 100, 200, 6 ! 3D QUAD 4-NODE since this corresponds to an element face of SOLID45

ET, 1, 45 *定義種類(ET,元素參考號碼,元素編號)

MP, EX, 1, 200000 *定義線性材料性質(MP,性質代號,材料性質編號,E)

MP, DENS, 1, 7.8E-9 *lab：EX(楊氏模數 E), PRXY/NUXY(蒲松比 ν),密度 DENS

MP, NUXY, 1, 0.3

ESIZE, 4 *設定元素大小

TYPE, 100 *設置元素類型屬性指標

```

MSHKEY, 1      * 1 使用映射網格劃分網格。
AMESH, ALL     *面上生成節點單元

TYPE, 1

MAT, 1

ESIZE,      ,5      ! NDIV

VEXT,ALL,, ,0,0,-50    *沿坐標軸方向延伸距離並建立體積(ALL:NA2、NINC 可審略),各軸延伸距離

CSYS, 1      *啟動先前定義的座標系(查表),1 為圓柱形 Z 作為旋轉軸

VGEN,6,ALL,, ,0,60,0  *生成六個葉片,素材,,,座標

NUMMRG, NODE    *合併重複的節點

NUMMRG, KP      *合併重複的點

FINISH

/SOLU

CSYS, 1

NSEL, S, LOC, X, 10    *選擇節點的子集

D, ALL, ALL, 0    *定義節點處的自由度約束

! CSYS, 0

OMEGA,0,0,209.44      *指定結構的旋轉速度(OMEGX、OMEGY、OMEGZ)

ALLSEL      *使用單個命令選擇所有實體

SOLVE

FINISH

/POST1

PLNSOL,S,EQV

```

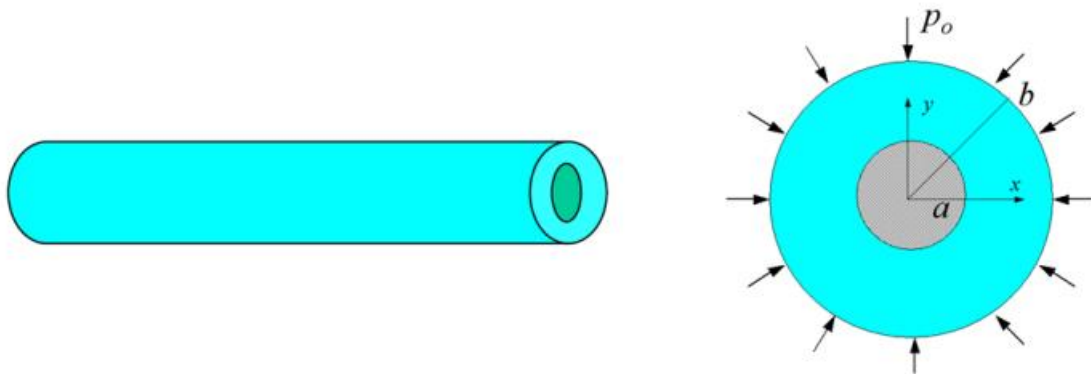
上課的練習題如圖一所示，課堂中使用平面應變(plane strain)模型，現在，請使用軸對稱(axisymmetry)模型，原題目如下，

一長條狀之厚壁(thick-walled)圓管，內外徑分別為 $a=200\text{mm}$ 和 $b=500\text{mm}$ ，其圓管長度遠大於外徑，圓管內徑黏接於一剛性圓柱，外徑受壓力 $p_o=1\text{MPa}$ 。圓管材料之楊氏模數 $E=210\text{GPa}$ ，普松比 $\nu=0.3$ ，試求圓管應力分布。分析單位系統採用： mm 、 N 、 MPa 。

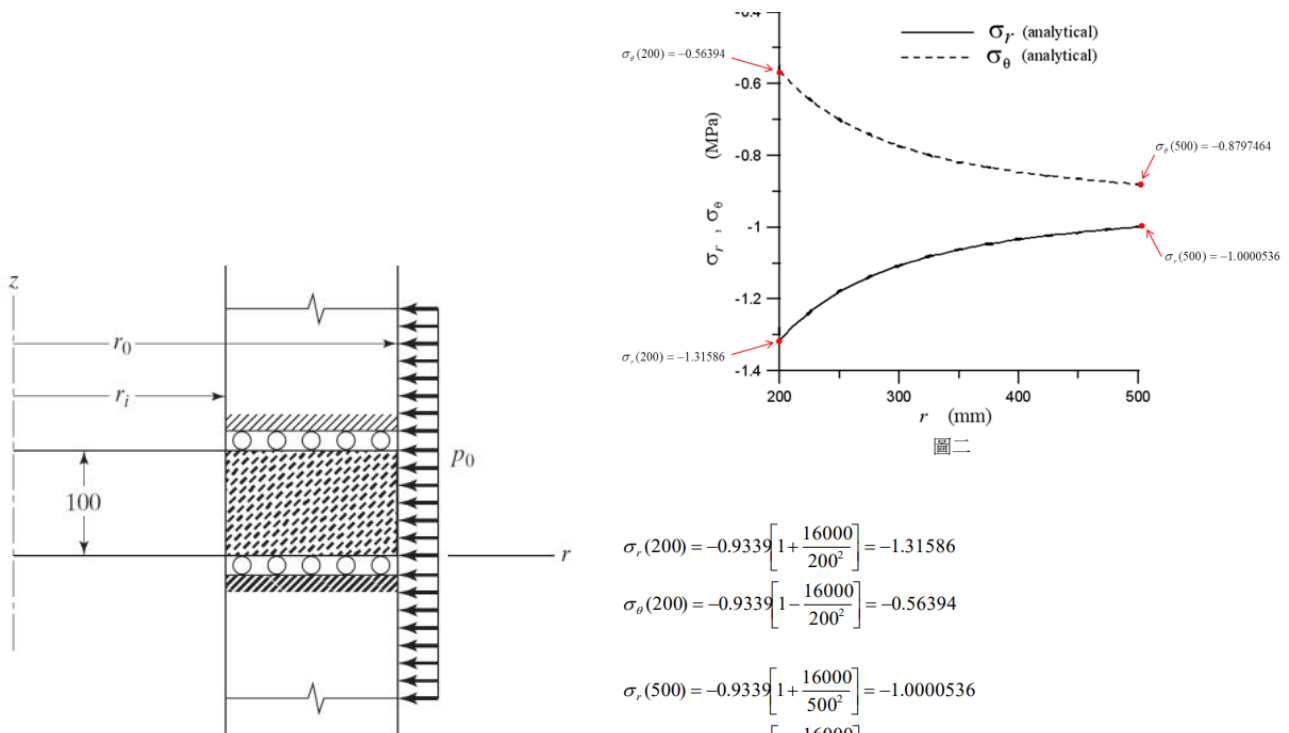
其解析解如圖二，其中 σ_r 稱為 radial stress、 σ_θ 稱為 tangential stress 或 hoop stress，

請以內壁至外壁的尺度為橫軸，繪出 radial stress 及 hoop stress 的變化，此圖應該與圖二相同(容許有些數值誤差)。

此圓管很長，所以滿足平面應變(plane strain)模型的假設 $\varepsilon_z = 0$ ，現在使用軸對稱(axisymmetry)模型，需使用對稱邊界條件(symmetry BC i.e. out-of-plane displacements are fixed)。



圖一



圖二

$$\sigma_r(200) = -0.9339 \left[1 + \frac{16000}{200^2} \right] = -1.31586$$

$$\sigma_\theta(200) = -0.9339 \left[1 - \frac{16000}{200^2} \right] = -0.56394$$

$$\sigma_r(500) = -0.9339 \left[1 + \frac{16000}{500^2} \right] = -1.0000536$$

$$\sigma_\theta(500) = -0.9339 \left[1 - \frac{16000}{500^2} \right] = -0.8797464$$

FINISH

/CLEAR

!單位 mm,N,MPa

/PREP7

ET,1,PLANE42

KEYOPT,1,3,1 ! 軸對稱模型

MP,EX,1,210000 ! E=210 GPa

MP,NUXY,1,0.3 ! $\nu=0.3$

BLC4,200,0,300,100

ESIZE,10

TYPE,1

MAT,1

MSHKEY,1

AMESH,1

EPLOT

FINISH

/SOLU

ANTYPE,STATIC

DL,1,,SYMM !將 ex5-5 平面的邊界條件換成軸對稱角度思考

DL,3,,SYMM

DL,4,,ALL,0

SFL,2,PRES,1,

SOLVE

FINISH

/POST1

PLNSOL,S,X,0,1

PLNSOL,S,Z,0,1

PATH,stress,2,30,60,

PPATH,1,0,200,0,0,0,

PPATH,2,0,500,0,0,0,

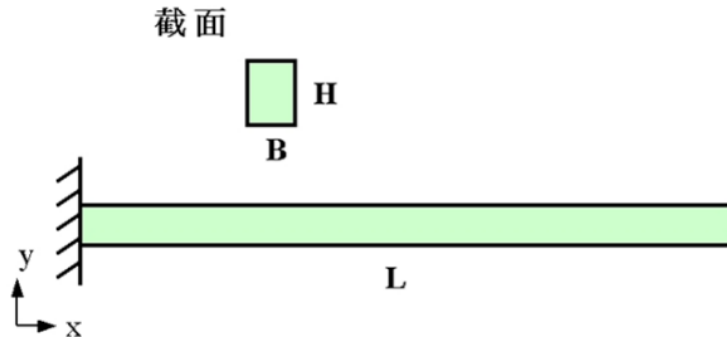
PDEF, ,S,X,AVG

PDEF, ,S,Z,AVG

PLPATH,SX,SZ

PRPATH,SX,SZ

如下圖所示之懸臂樑，長度 $L=0.3\text{m}$ ，截面高 $H=0.006\text{m}$ ，厚度 $B=0.003\text{m}$ ，楊氏模數 $E=2200\text{MPa}$ ，密度 $\rho=1100\text{kg/m}^3$ 。求其無外力之橫向(y 方向)振動自然頻率與模態振型。分析單位系統採用SI制： m 、 N 、 Pa 、 kg 。



FINISH

/CLEAR

B=0.003

H=0.006

AREA=B*H

IZ=(1/12)*B*H*H*H

/PREP7

ET,1,BEAM3 *element type BEAM3

R,1, AREA, IZ ,H , , *特性參數 (R,參考編號,參數(R1-R6)) 面積、力矩慣性、厚度

MP,EX,1,2200e6

MP,DENS,1,1100

K,1,0,0,, *關鍵點建立 K,點編號,X 值,Y 值

K,2,0.3,0,,

LSTR,1,2 *將關鍵點連線

TYPE,1

MAT,1

REAL,1

LESIZE,1,,70,,,,1 將線段劃分(對所選擇線設置網格單元大小)

LESIZE,選擇線段數,,number of divisions per line,,,YES(1)

LMESH,1 *在線上生成節點單元

EPLOT *生成元素顯示

DK,1,ALL,0,,0, *固定端: 點 1 所有自由度固定

FINISH

/SOLU

ANTYPE,MODAL

MODOPT,LANB,10,0,500, *設定模態抓取 MODOPT,LANB(block lanczos method),模態抓取數目,0 至 500HZ

MPXAND,10 *模態擴展數設定 10 個

SOLVE

FINISH

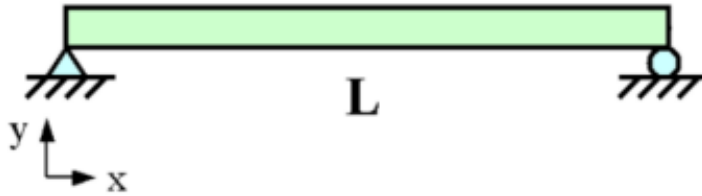
/POST1

SET,LIST

SET,1,1

PLDISP,1

上課的練習題為懸臂樑橫向振動之模態分析，現在，改為簡支樑，長度 $L=0.3\text{m}$ ，截面高 $H=0.006\text{m}$ ，厚度 $B=0.003\text{m}$ ，楊氏模數 $E=2200\text{MPa}$ ，密度 $\rho=1100\text{kg/m}^3$ 。求其無外力之橫向(y 方向)振動之前 4 個自然頻率。分析單位系統採用 SI 制： m 、 N 、 Pa 、 kg 。



FINISH

/CLEAR

B=0.003

H=0.006

AREA=B*H

IZ=(1/12)*B*H**3

/PREP7

ET,1,BEAM3

R,1, AREA, IZ ,H , ,

MP,EX,1,2200e6

MP,DENS,1,1100

K,1,0,0,,

K,2,0.3,0,,

LSTR,1,2

TYPE,1

MAT,1

REAL,1

LESIZE,1,,70,,,,,1

LMESH, 1

EPLOT

DK,1,UX

DK,1,UY

DK,1,UZ

DK,2,UY

FINISH

/SOLU

ANTYPE,MODAL

MODOPT,LANB,10,0,700,

MXPAND,10

SOLVE

FINISH

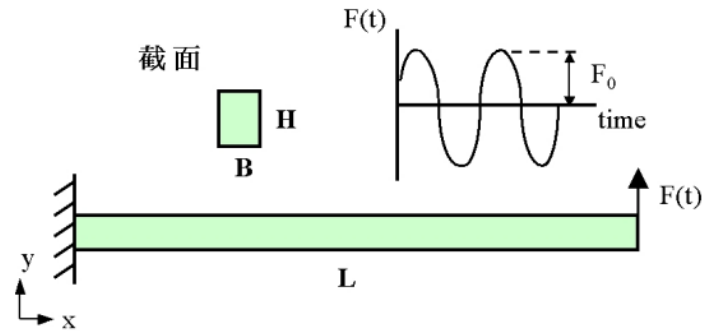
/POST1

SET,LIST

SET,1,1

PLDISP,1

如下圖所示之懸臂樑，長度 $L=0.3\text{m}$ ，截面高 $H=0.006\text{m}$ ，厚度 $B=0.003\text{m}$ ，楊氏模數 $E=2200\text{MPa}$ ，密度 $\rho=1100\text{kg/m}^3$ ，阻尼比 $\zeta=0.01$ 。若自由端給定一 y 方向簡諧力 $F=F_0\sin\omega t$ ，其振幅為 $F_0=0.001\text{N}$ ，求其振動位移與外力激發頻率之關係。分析單位系統採用**SI**制：**m**、**N**、**Pa**、**kg**。



FINISH

/CLEAR

B=0.003

H=0.006

AREA=B*H

IZ=(1/12)*B*H**3

/PREP7

ET,1,BEAM3

R,1, AREA, IZ ,H , ,

MP,EX,1,2200e6

MP,DENS,1,1100

K,1,0,0,,

K,2,0.3,0,,

LSTR,1,2

TYPE,1

MAT,1

REAL,1

LESIZE,1,,70,,,,1

LMESH, 1

EPlot

DK,1,ALL,0,,0,

FINISH

/SOLU

ANTYPE,HARMIC

HROPT,FULL *設定求解法

HROUT,OFF *計算結果檔呈現形式

HARFRQ, 0, 500 *計算範圍 (頻率)

NSUBST,100 *將上述範圍切成 100 等分計算

KBC,1 *負荷方式設定為階梯式

OUTRES,ALL,ALL *表示於結果檔案(*.rst)中，每個頻率結果均儲存下來。

DMPRAT, 0.01 *整個結構之阻尼比為 0.01

F, 2,FY, 0.001,0

!FK,2,FY, 0.001,0

SOLVE

FINISH

/POST26

NSOL,2,2,U,Y,END-UY 節點 2(懸臂樑之右端自由端)的 UY 位移抓出，定義為變數 2,並取名

PRCPLX,1 設定分析結果輸出為振幅和相位角 (Amplitude+Phase)格式

PLCPLX,0 分析結果的繪圖為振幅值

PLVAR,2,,,,,,,,, 變數 2(自由端的 UY 位移，單位為 m)為縱軸，以頻率值(單位為 Hz)為橫軸，畫出位移振幅-頻率圖。

PRVAR,2,

/GROPT,LOGY,ON

PLVAR,2,,,,,,,,, 振幅 log 值-頻率圖

FINISH

/POST1

SET,LIST

SET,1,3

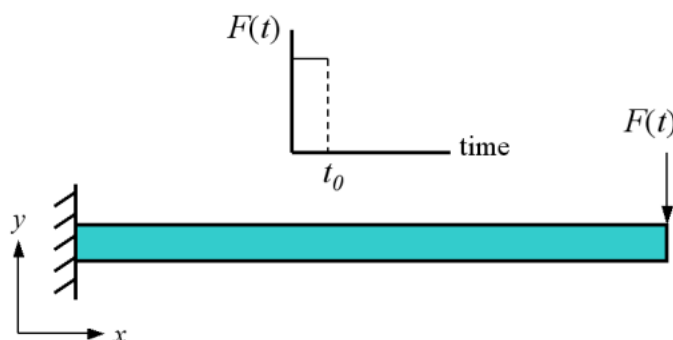
HRCPLX,1,3,-33.7943 「HRCPLX, 1, 3, -33.7943,」將相位角 為 -33.7943 度的位移振幅算出

PLDISP,1

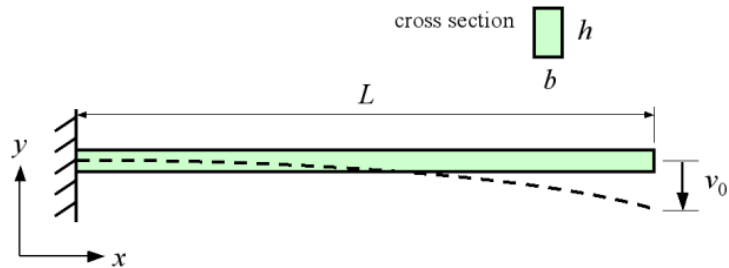


暫態動力學分析

- ❖ 暫態動力學(**transient dynamic**)分析是關於時間和加速度相關的應力與變形分析。典型的暫態動力學分析如下圖所示，當一結構受到衝擊力(**impact force**) **$F(t)$** 作用時，它的反應會與時間有關，這與靜態分析大不相同，而且衝擊力作用時間 t_0 的長短也會造成不同的結構反應與應力場。



如 下圖 的二維懸臂樑問題，樑之長度 $L=6\text{ m}$ ，矩形截面 $b=200\text{ mm}$ 和 $h=400\text{ mm}$ ，楊氏模數 $E=12\text{ GPa}$ ，密度 $\rho=1500\text{ kg/m}^3$ ，假設其 Rayleigh 阻尼係數 $\alpha=0$ 和 $\beta=0.006$ 。懸臂樑初始條件為施加一負 y 方向位移 $v_0=40\text{ mm}$ 於右端，且其初始速度 $\dot{v}_0=0$ 。試求右端的初始拘束釋放後，右端在 2 秒內的暫態位移響應，分析單位系統採用： m 、 N 、 Pa 、 kg 。



FINISH

/CLEAR

/PREP7

ET,1,BEAM3

R,1,0.4*0.2,1/12*0.2*0.064,0.4,, , , *特性參數 (R,參考編號,參數(R1-R6)) 面積、力矩慣性、厚度

MP,EX,1,12E9

MP,DENS,1,1500

K,,0,0

K,,6,0

LSTR, 1, 2

TYPE, 1

MAT, 1

REAL, 1

ESIZE,0.2,0,

LMESH,1,

NPLOT Displays nodes

EPLOT Produces an element display

DK,1,ALL,0, ,0,

FINISH

Antype

分析類型 (預設為前面指定的 分析類型, 如果未指定, 則為 **STATIC**) :

STATIC 或 **0** — 執行靜態 分析。適用於所有自由度。

帶扣或 **1** — 執行屈曲 分析。表示使用以下方式執行先前的靜態解決方案 計算的預應力效應 (**PSTRES, ON**)。有效 僅適用於結構自由度。

MODAL 或 **2** — 執行模態分析。適用於結構和流體自由度。

HARMIC 或 **3** — 執行諧波 分析。適用於結構、流體、磁學和電氣學 的自由。

TRANS 或 **4** — 執行瞬態 分析。適用於所有自由度。

SUBSTR 或 **7** — 執行子結構 分析。適用於所有自由度。

SPECTR 或 **8** — 執行頻譜 分析。表示已執行先前的模態分析。 僅對結構自由度有效。

/SOLU

ANTYPE,TRANS (查表)

TRNOPT,FULL 指定瞬態分析選項(**full method**)

OUTRES,ALL,1 ! write every Nth substep (N=1)

ALPHAD,0 定義阻尼的品質矩陣乘法器

BETAD,0.006 定義阻尼的剛度矩陣乘數

TIME,0.0001 ! At time equals 0.0001s \rightleftharpoons 0s

NSUBST,2 此負載要執行的子步驟數

TIMINT,OFF 開啟瞬態效果,無瞬態效應 (靜態或穩態)

KBC,1 ! Stepped load step

D, 2,UY,-0.04 ! Define the DOF constraints at the end "NODE"

SOLVE

TIME,2

DELTIM,0.01,0.005,0.02 ! Specifies the time step sizes

AUTOTS,ON ! Automatic time stepping

TIMINT,ON

DDELE, 2,UY ! Delete the DOF constraints at the end "NODE"

SOLVE

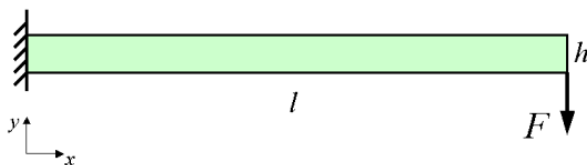
FINISH

/POST26

NSOL,2,2,U,Y,END-UY 節點 2(懸臂樑之右端自由端)的 UY 位移抓出，定義為變數 2,並取名

PLVAR,2,,,,,,,,, 以圖形形式顯示最多十個變數

- ❖ 如下圖的鋼材懸臂樑，長 $l=1\text{m}$ ，高 $h=0.08\text{m}$ ，厚度 0.005m ，右端施力 F 為 $1 \times 10^7\text{N}$ ，楊氏模數為 210GPa ，普松比為 0.3 。



- ❖ 以上分析之單位為SI制(N、m、Pa)，以 PLANE42 元素之平面應力模式求解
- ❖ 使用指令「NLGEOM,ON」啟動幾何非線性分析

FINISH

/CLEAR

/FILENAME,ex8-1

/TITLE, ex8-1. Simple example for geometric nonlinearity

/PREP7

ET,1,PLANE42

KEYOPT,1,3,0 ! plane stress

!KEYOPT,1,3,3 ! plane stress with thickness

!R,1,0.005

MP,EX,1,210e9

MP,NUXY,1,0.3

K,,0,0,0

K,,1,0,0

K,,1,0.08,0

K,,0,0.08,0

A,1,2,3,4,

TYPE,1

MAT,1

ESIZE,0.02

AMESH,1

FINISH

/SOLU

ANTYPE,STATIC

NLGEOM,ON

AUTOTS,ON ! automatic time stepping

NEQIT,200 ! number of equilibrium iterations

KBC,0 ! ramped loading

OUTRES,ALL,ALL ! write all solution items for every substep

TIME,1

DELTIM,0.1,0.05,0.2 ! time step sizes

ALLSEL,ALL

DL,4, ,ALL,0

FK,2,FY,-1E7

SOLVE

FINISH

/POST1

/DSCALE,1,1.0 ! displacement scaling

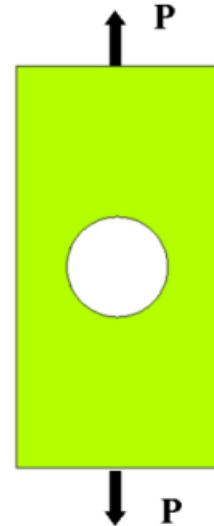
PLNSOL,U,Y,1,1

PLNSOL,U,X,1,1



含圓孔薄板分析

❖ 本例題的實驗數據是採用自文獻，為一含圓孔平板之彈塑性應力分析。如右圖之鋁板，長寬為**900x450mm**，厚**2mm**，中央含一直徑**225mm**之圓孔，受集中力 **$P=147000\text{N}$** 。鋁板材料性質為：楊氏模數 **$E=71200\text{MPa}$** ，普松比 **$\nu=0.31$** ，降伏強度 **$S_y=260\text{MPa}$** ，真應力應變曲線原為一實際曲線，經**MISO**之多直線段簡化且輸入**ANSYS**後，如下頁所示。本例分析單位：**mm、N、MPa**。



FINISH

/CLEAR

/TITLE,ex8-4. Elastoplastic analysis of a plate with a hole.

/PREP7

ET,1,PLANE42

KEYOPT,1,3,0 ! plane stress

MPTEMP,1,0 ! Young's modulus and Poisson's ratio at 0 degree Celsius (resets the previous value in STLOC to zero)

MPDATA,EX,1,,71200

MPDATA,PRXY,1,,0.31

TB,MISO,1,1,6 ! 6 data points to be specified for 1 given temperature

TBTEMP,0 ! Temperature = 0 degree Celsius

TBPT,,0.0036517,260 ! 260/0.0036517=71200

TBPT,,0.0066,341.68

TBPT,,0.0083,358.34

TBPT,,0.0133,375.01

TBPT,,0.0266,408.34

TBPT,,0.0566,441.68

TBPLOT

K,1,0,0,0,

K,2,225,0,0,

K,3,0,450,0,

K,4,225,450,0,

KPLOT *把點顯示出來

A,1,2,4,3 *面積畫出來

CYL4,0,0,112.5 *圓畫出來

ASBA, 1, 2 *面積 1-2

APLOT

! SMRTSIZE,3

LESIZE,10,,15,0.2,,,,1 *線分割(線號,,畫分數,間距比,,,0 為關閉 1 為開啟)

LESIZE, 2, ,,20,3,,,,1

LESIZE, 3, ,,5,,,,,1

LESIZE, 9, ,,9,,,,,1

LESIZE, 5, ,,13,,,,,1

TYPE,1

MAT,1

MSHKEY,0 ! free mesh

AMESH,3

EPLOT

DL,10, ,UX,0 *定義線條上的自由度

DL, 9, ,UY,0

FINISH

/SOLU

ANTYPE,STATIC *靜態分析

NLGEOM,ON *要考慮偏轉

OUTRES,ALL,ALL *控制寫入資料庫的解決方案數據

AUTOTS,ON *指定是使用自動時間步進還是載入步進。

NEQIT,200

KBC,0 ! ramped

TIME,1

NSUBST,20,30,10

SFL,3,PRES, -163.33,

SOLVE

FINISH

/POST1

/DSCALE,1,1.0

SET,LAST

PLNSOL,S,EQV,0,1

PLNSOL,EPTO,Y,0,1

PLNSOL,EPPL,Y,0,1

PATH,center,2,30,60,

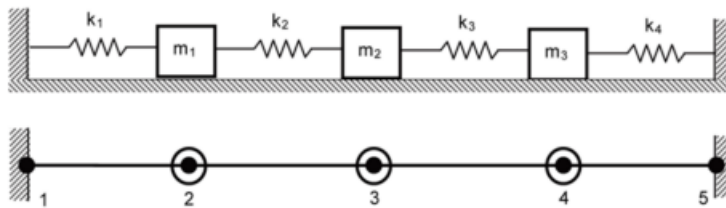
PPATH,1,0,112.5,0,0,0,

PPATH,2,0, 225,0,0,0,

PDEF,EYY,EPTO,Y,AVG ! totoal strain of Y component

PLPATH,EYY

三個質點彈簧系統之振動頻率。 $m_1 = 1 \text{ kg}$ 、 $m_2 = 2 \text{ kg}$ 、 $m_3 = 3 \text{ kg}$ ，質點間隔為 1m ； $k_1 = 1000 \text{ N/m}$ 、 $k_2 = 2000 \text{ N/m}$ 、 $k_3 = 2000 \text{ N/m}$ 、 $k_4 = 1000 \text{ N/m}$ ，用Block Lanczos方法求取前三個自然頻率。



```
FINISH
/CLEAR
/FILNAME, EX5-10
/UNITS, SI
/TITLE, Mass-Spring Vibration System
```

```
/PREP7
```

```
ET, 1, COMBIN14, , , 2
```

```
ET, 2, MASS21, , , 4
```

```
R, 1, 1000
```

```
R, 2, 2000
```

```
R, 3, 1
```

```
R, 4, 2
```

```
R, 5, 3
```

```
N, 1, 0, 0
```

```
N, 2, 1, 0
```

```
N, 3, 2, 0
```

```
N, 4, 3, 0
```

```
N, 5, 4, 0
```

```
TYPE, 1
```

```
REAL, 1
```

```
E, 1, 2
```

```
E, 4, 5
```

```
TYPE, 1
```

```
REAL, 2
```

```
E, 2, 3
```

```
E, 3, 4
```

```
TYPE, 2
```

```
REAL, 3
```

```
E, 2
```

```
REAL, 4
```

```
E, 3
```

```
REAL, 5
```

```
E, 4
```

```
FINISH
```

*材料使用 → 2-D longitudinal spring-damper(2)

*材料使用 → 2-D mass without rotary inertia(4)

*設定各 real constant 數值

→ $k_1=k_4=1000$; $k_2=k_3=2000$

→ $m_1=1$; $m_2=2$; $m_3=3$

*五點位生成

*元素種類編號 1 → spring 連接

*元素 real constant → $k_1=k_4=1000$

*點位連接 spring1 和 spring4

*元素種類編號 1 → spring 連接

*元素 real constant → $k_2=k_3=2000$

*點位連接 spring2 和 spring3

*元素種類編號 2 → mass

*元素 real constant(3) → $m_1=1$

*施加於點位 2 上

*元素 real constant(4) → $m_2=2$

*施加於點位 3 上

*元素 real constant(5) → $m_3=3$

*施加於點位 4 上

```

/SOLU
ANTYPE, MODAL
MODOPT, LANB, 3
IMODOPT, SUBSP, 3
MXPAND, 3
D, 1, ALL, 0, , 5, 4
D, 2, UY, 0, , 4, 1
SOLVE
FINISH

```

*頭尾固定端 → D,NODE,方向,值,,同樣施加於 NEND 至 NINI(5)
 *Y 方向固定 → D,NODE,方向,值,,同樣施加於 NEND 至 NINI(4-2)

```

/POST1

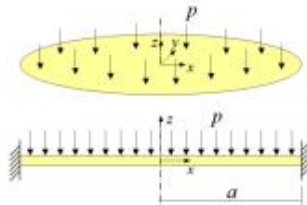
```

```

SET, LIST                                *define the data set to be read from the result file
SET, 1, 1                                *1st mode
PLDISP                                    *2nd mode
SET, 1, 2
PLDISP                                    *3rd mode
SET, 1, 3
PLDISP

```

- ❖ 下圖為一薄壁之圓板(circular plate)，半徑為 $a=100\text{mm}$ ，板厚度 $t=5\text{mm}$ ，板面受壓力 $p=0.2\text{MPa}$ ，圓周受到固定拘束。圓板材料之楊氏模數 $E=70\text{GPa}$ ，普松比 $\nu=0.33$ ，試求圓板邊緣的彎曲應力與圓心的位移。分析單位系統採用： mm 、 N 、 MPa 。
- ❖ 因 $t/a=1/20$ ，所以本例可使用 SHELL63 薄殼元素來模擬



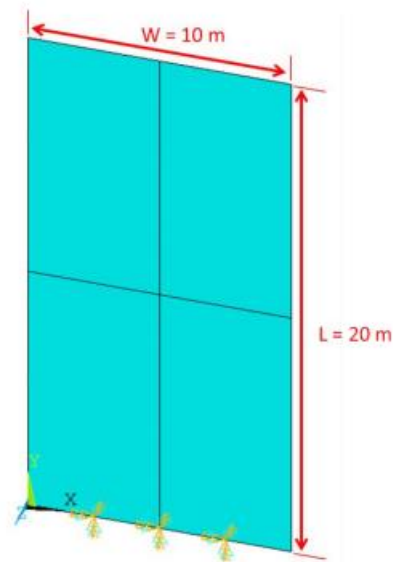
```

FINISH
/CLEAR
/FILNAME,ex5-7,
/TITLE,ex5-7. circular shell

/PREP7

```


ET,1,SHELL63	
KEYOPT,1,1,0	*Bending and membrane stiffness (查表得)
KEYOPT,1,3,0	*Include extra displacement shapes (查表得)
R,1,5,,,,,	*厚度 5mm, If the element has a constant thickness, only TK(l) need to be input.
MP,EX,1,70000	*材料性質 楊式模數
MP,NUXY,1,0.33	*材料性質 蒲松比
K,1,0,0,0,	*設定關鍵點(圓心與二角點)
K,2,100,0,0,	
K,3,0,100,0,	
LARC,2,3,1,100,	*建立扇形面(畫弧、接線、面積填入)
LSTR, 3, 1	
LSTR, 1, 2	
AL,3,2,1	
TYPE, 1	
MAT, 1	
REAL, 1	
ESIZE,10	*指定劃分單元的邊長 → ESIZE, SIZE, number of line division
MSHKEY,1	*free mesh : 0 /mapped mash : 1
AMESH,1	*在面上生成節點單元,mesh area for area3
EPlot	
FINISH	
/SOLU	
ANTYPE,0	*=ANTYPE,STATIC
DL,1, ,ALL,0	*圓周(弧線 L1)固定
DL,2, ,UX,0	*側邊線 L2, X 方向位移與轉動固定
DL,2, ,ROTY,0	
DL,3, ,UY,0	*側邊線 L3, Y 方向位移與轉動固定
DL,3, ,ROTX,0	
SFA,1,2,PRES,0.2	*Surface loads on the selection area
SOLVE	→ SFA, AREA, LKEY=2(by element type), lab(受面壓 PRES), values(=0.2)
FINISH	
/POST1	
PLNSOL,U,Z,0,1	
PLNSOL,S,X,0,1	
PLNSOL,S,Y,0,1	
PLNSOL,S,EQV,0,1	



問題：一長方形板，在底端夾持固定，試分析自由振動之前十個自然頻率。

題元素切割：等分為 4 個元素。

條件：

$W = 10 \text{ m}$; $L = 20 \text{ m}$; $t = 1 \text{ m}$; $E = 3.0 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$; Poisson's ratio = 0.3; Density = 7900 kg/m^3

FINISH

/CLEAR

W=10

L=20

T=1

AREA=W*T

$I = (1/12) * T * W * W * W$

/PREP7

ET,1,SHELL63

R,1, AREA, I ,W , ,

MP,EX,1,3e11

MP,DENS,1,7900

MP,NUXY,1,0.3

K,1,0,0,,

K,2,10,0,,

K,3,10,20,,

K,4,0,20,,

KPLOT

A,1,2,3,4

APLOT

TYPE,1

MAT,1

REAL,1

LESIZE,1,5

LESIZE,2,10

MSHKEY,1

AMESH,1

EPLOT

DL,1,,ALL,0

FINISH

/SOLU

ANTYPE,MODAL

MODOPT,LANB,10,0,500,

MXPAND,10

SOLVE

FINISH

/POST1

SET,LIST

SET,1,1

FINISH