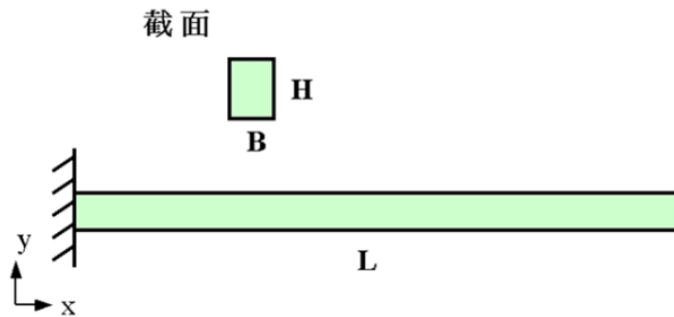


❖ 如下圖所示之懸臂樑，長度 $L=0.3\text{m}$ ，截面高 $H=0.006\text{m}$ ，厚度 $B=0.003\text{m}$ ，楊氏模數 $E=2200\text{MPa}$ ，密度 $\rho=1100\text{kg/m}^3$ 。求其無外力之橫向( $y$ 方向)振動自然頻率與模態振型。分析單位系統採用SI制： $\text{m}$ 、 $\text{N}$ 、 $\text{Pa}$ 、 $\text{kg}$ 。



FINISH

/CLEAR

/TITLE,ex10-1a : Free Vibration of Cantilever Beam

/FILENAME,ex10-1a

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)

MP,EX,1,2200e6

\*材料性質 → 楊式模數

MP,DENS,1,1100

\*材料性質 → 密度

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

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

MXPAND,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： $\text{m}$ 、 $\text{N}$ 、 $\text{Pa}$ 、 $\text{kg}$ 。



FINISH

/CLEAR

/TITLE,hw6

/FILNAME,hw6

B=0.003

H=0.006

AREA=B\*H

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

/PREP7

ET,1,BEAM3

R,1, AREA, IZ ,H , ,

MP,EX,1,2200e6

\*材料性質 楊式模數

MP,DENS,1,1100

\*材料性質 密度

K,1,0,0,,

\*關鍵點設定

K,2,0.3,0,,

LSTR,1,2

\*關鍵點連線

```

TYPE,1
MAT,1
REAL,1
LESIZE,1,,,70,,,,,1      *線段分割
LMESH,1                    *生成節點單元
EPLOT

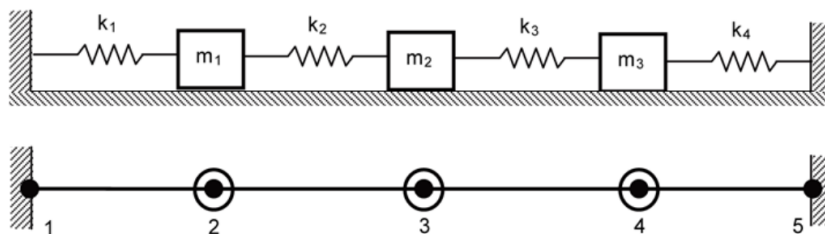
DK,1,ALL,0,,0,            *固定端 點 1 所有自由度固定
DK,2,UY                    *支撐端 點 2 Y 方向固定
FINISH

/SOLU
ANTYPE,MODAL
MODOPT,LANB,10,0,500,      !0~500 Hz ; 4th mode=522 Hz
MXPAND,10
SOLVE
FINISH

/POST1
SET,LIST
SET,1,1
PLDISP,1

```

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 $1\text{m}$ ； $k_1 = 1000 \text{ N/m}$ 、 $k_2 = 2000 \text{ N/m}$ 、 $k_3 = 2000 \text{ N/m}$ 、 $k_4 = 1000 \text{ N/m}$ ，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

/SOLU

ANTYPE, MODAL

MODOPT, LANB, 3

!MODOPT, SUBSP, 3

MXPAND, 3

D, 1, ALL, 0, , 5, 4

D, 2, UY, 0, , 4, 1

SOLVE

FINISH

/POST1

\*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

→ k1=k4=1000; k2=k3=2000

→ m1=1; m2=2; m3=3

\*五點位生成

\*元素種類編號 1 → spring 連接

\*元素 real constant → k1=k4=1000

\*點位連接 spring1 和 spring4

\*元素種類編號 1 → spring 連接

\*元素 real constant → k2=k3=2000

\*點位連接 spring2 和 spring3

\*元素種類編號 2 → mass

\*元素 real constant(3) → m1=1

\*施加於點位 2 上

\*元素 real constant(4) → m2=2

\*施加於點位 3 上

\*元素 real constant(5) → m3=3

\*施加於點位 4 上

\*頭尾固定端 → D,NODE,方向,值,,同樣施加於 NEND 至 NINI(5)

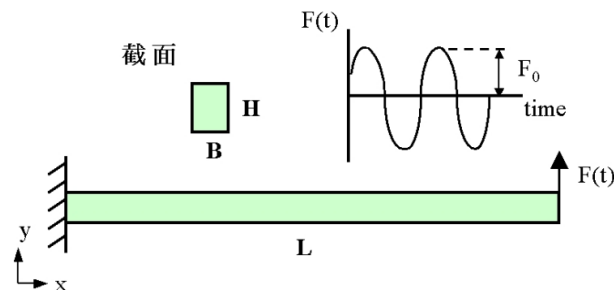
\*Y 方向固定 → D,NODE,方向,值,,同樣施加於 NEND 至 NINI(4-2)

```

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

```

❖ 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： $\text{m}$ 、 $\text{N}$ 、 $\text{Pa}$ 、 $\text{kg}$ 。



```

FINISH
/CLEAR
/TITLE,ex10-1b : Forced Harmonic Vibration of Cantilever Beam
/FILNAME,ex10-1b

```

```

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,,                                *建立關鍵點
K,2,0.3,0,,
LSTR,1,2                                  *關鍵點連接

```

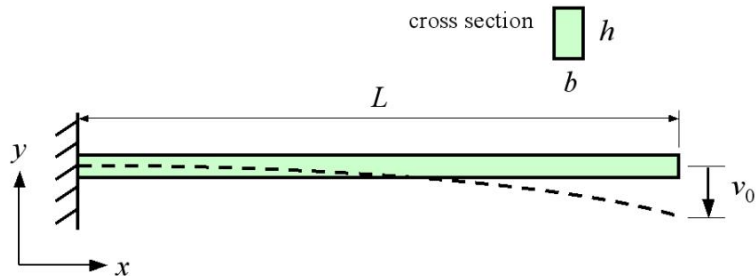
```

TYPE,1

```

MAT,1	
REAL,1	
LESIZE,1,,,70,,,,,1	*線段分割
LMESH, 1	*生成節點單元
EPLOT	
DK,1,ALL,0, ,0,	*點 1 固定端
FINISH	
/SOLU	
ANTYPE,HARMIC	
HROPT,FULL	*設定求解法 → FULL METHOD
HROUT,OFF	*結果輸出格式 → 振幅與相位角表示(amplitude+phase)
HARFRQ, 0, 500	*計算頻率範圍 → 0-500HZ
NSUBST,100	*頻率範圍分割 100 等份
KBC,1	*階梯負荷設定(steped)
OUTRES,ALL,ALL	*於輸出結果檔中將所有頻率結果儲存
DMPRAT, 0.01	*設定結構阻尼比 → 0.01
F, 2,FY, 0.001,0	*點二(懸臂端)振幅設定 → 0.01
!FK,2,FY, 0.001,0	
SOLVE	
FINISH	
/POST26	
NSOL,2,2,U,Y,END-UY	
PRCPLX,1	*結果輸出格式 → 振幅與相位角表示(amplitude+phase)
PLCPLX,0	*結果輸出格式 → 繪圖為振幅值
PLVAR,2,,,,,,,,,	*以變數 2 為縱軸 頻率為橫軸製圖
PRVAR,2,	
/GROPT,LOGY,ON	*取變數 2 log 值作圖
PLVAR,2,,,,,,,,,	
FINISH	
/POST1	
SET,LIST	
SET,1,3	
HRCPLX,1,3,-33.7943	*由上結果得最大振幅(UY)發生於頻率 15HZ 相位角-33.7943
PLDISP,1	將相位角=-33.7963 之位移振幅算出並繪出變形圖

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： $\text{m}$ 、 $\text{N}$ 、 $\text{Pa}$ 、 $\text{kg}$ 。



```

FINISH
/CLEAR
/FILNAME,ex11-1,
/TITLE,ex11-1. Transient analysis of cantilever beam

/PREP7
ET,1,BEAM3
R,1,0.4*0.2,1/12*0.2*0.064,0.4,, , , *設定 Real constant → R,1, Area, IZ,H
MP,EX,1,12E9 *材料性質 楊式模數
MP,DENS,1,1500 *材料性質 密度

K,,0,0 *設定關鍵點
K,,6,0
LSTR, 1, 2 *關鍵點連接

TYPE, 1
MAT, 1
REAL, 1
ESIZE,0.2,0, *指定劃分單元的邊長 → ESIZE, SIZE, number of line division
LMESH,1, *生成節點單元
NPLOT
EPLOT

DK,1,ALL,0, ,0, *點 1 固定端
FINISH

/SOLU
ANTYPE,TRANS

```

```

TRNOPT,FULL                *full method
OUTRES,ALL,1               *write every Nth substep (N=1)

ALPHAD,0
BETAD,0.006
TIME,0.0001                *At time equals 0.0001s  $\approx$  0s
NSUBST,2
TIMINT,OFF                 *Transient effects
KBC,1                      *階梯負荷設定(steped)
D, 2,UY,-0.04              *點二(懸臂端)Y 方向位移  $\rightarrow$  0.04
SOLVE

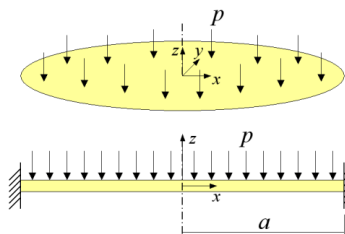
TIME,2
DELTIM,0.01,0.005,0.02    *Specifies the time step sizes
AUTOTS,ON                  *Automatic time stepping
TIMINT,ON
DDELE, 2,UY                *Delete the DOF constraints at the end "NODE"
SOLVE
FINISH

/POST26
NSOL,2,2,U,Y,END-UY        *Calls data for UY deflection at node 2
PLVAR,2,,,,,,,,,

```

❖ 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	