

## 電輔上機整理

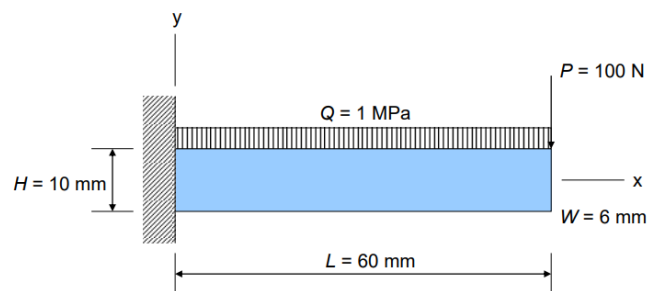
### ■ 單位換算

**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	$\text{lbf s}^2/\text{in}$
Time	s	s	s	s
Stress	Pa ( $\text{N/m}^2$ )	MPa ( $\text{N/mm}^2$ )	$\text{lbf/ft}^2$	psi ( $\text{lbf/in}^2$ )
Energy	J	mJ ( $10^{-3}$ J)	ft lbf	in lbf
Density	$\text{kg/m}^3$	$\text{tonne/mm}^3$	$\text{slug/ft}^3$	$\text{lbf s}^2/\text{in}^4$

length	1	1000	3.281	39.37
force	1	1	0.2248	0.2248
mass	1	1000	0.0685	$5.71 \times 10^{-3}$
time	1	1	1	1
stress	1	$10^6$	$2.09 \times 10^{-2}$	$1.45 \times 10^{-4}$
energy	1	$10^{-3}$	0.7375	8.8507
density	1	$10^{-12}$	$1.94 \times 10^{-3}$	$9.36 \times 10^{-8}$

### ■ 例題 1



Material  
 $E = 200 \text{ GPa} = 200000 \text{ MPa}$   
 $\nu = 0.3$

FINISH

/CLEAR

! Units: mm, N → 使用 SI/mm 制單位

L = 60 ! Length

H = 10 ! Height

B = 6 ! Width

E = 200000 ! Young' s modulus (MPa)

NU = 0.3 ! Poisson' s ratio

SIZE = 3 ! Element size

Q = 1 ! Distributed load (MPa)

P = 100 ! Point load

### 【前處理模組】

/PREP7

### 【建立實體模型】

K, 1, 0, -H/2, -B/2 \*給定點位 → K, 點編號, X, Y, Z

K, 2, 0, H/2, -B/2

K, 3, 0, H/2, B/2

K, 4, 0, -H/2, B/2

K, 5, L, -H/2, -B/2

K, 6, L, H/2, -B/2

K, 7, L, H/2, B/2

K, 8, L, -H/2, B/2

V, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8

/VIEW,, 1, 2, 3

VPLLOT

### 【建立元素屬性】

ET, 1, SOLID45 \*元素種類 → et, 元素參考號碼, 元素編號

MP, EX, 1, E \*材料性質 → mp, 材料性質代號 lab, 性質編號 MAT, lab 數值

MP, NUXY, 1, NU \*lab: EX(楊氏模數 E), PRXY/NUXY(蒲松比  $\nu$ )

### 【元素切割】

TYPE, 1 \*元素種類編號

MAT, 1 \*材料性質編號

ESIZE, SIZE \*設定元素大小 → SIZE(元素邊長大小)/NDIV(線段分割數量)

\*一次只能使用一種

VMESH, ALL \*在體上生成節點和單元

EPLOT

FINISH

### 【負載描述】

/SOLU

! Fixed end

NSEL, S, LOC, X, 0 \*選擇所在 X=0 平面上的所有節點

D, ALL, ALL, 0 \*displacement, 對上述 all 節點群, 所有自由度, 約束數值

! Distributed load

NSEL, S, LOC, Y, H/2 \*選擇所在 Y=H/2 平面上的所有節點

SF, ALL, PRES, Q \*面負載施加, 對上述 all 節點群, 壓力載荷, 數值

NSEL, ALL

! Loads at free end

N1 = NODE(L, -H/2, -B/2)      \*施加點位座標

N2 = NODE(L, -H/2, B/2)      \*施加點位座標

F, N1, FY, -P/2      \*施力, 點位, 力方向, 數值

F, N2, FY, -P/2      \*施力, 點位, 力方向, 數值

### 【求解】

SOLVE

FINISH

### 【後處理模組】

/POST1

/VIEW,, 0, 0, 1

PLDISP, 2      \*畫出變形圖 → PLDISP, 畫出方式 KUDN

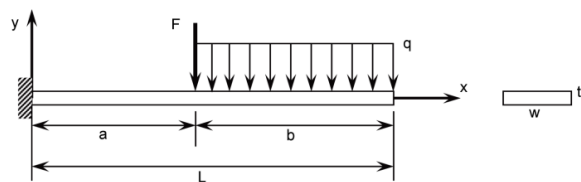
                \*KUDN: 0(只畫出變形圖)/1(同時畫出原始圖形)/2(同時畫出原始圖形外框)

PLNSOL, S, X \*圖示連續分析結果資料 → PLNSOL, Item, 對應的 Comp, KUDN

Item	Comp	說明
U	X,Y,Z, SUM	各方向的位移量和位移向量
ROT	X, Y, Z, SUM	各方向的旋轉位移和旋轉位移向量
S	X, Y, Z, XY, YZ, XZ	各方向的應力或剪應力
S	1, 2, 3	主應力
S	EQV, INT	von Mises 或 Intensity
EPTO	X, Y, Z, XY, YZ, XZ	各方向應變或剪應變
	1, 2, 3	主應變
	EQV, INT	von Mises 或 Intensity
TEMP		溫度

■ 例題 2

考慮懸臂樑如圖所示，求 $x=L$ 之變形量。



材料楊氏係數  $E=200 \times 10^9 \text{ N/m}^2$

截面參數  $t=0.01 \text{ m}$

$w=0.03 \text{ m}$

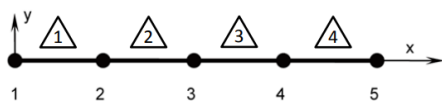
$A=3 \times 10^{-4} \text{ m}^2$

$I=2.5 \times 10^{-9} \text{ m}^4$

幾何參數  $L=4 \text{ m}$

$a=2 \text{ m}$

$b=2 \text{ m}$



邊界及外力  $y(0)=0, y'(0)=0$

$F=2 \text{ N}$  在  $x=a$

$q=0.05 \text{ N/m}$  在  $a \leq x \leq L$

FINISH

/CLEAR

/FILENAME, EX2-7

/TITLE, Cantilever Beam Deflection

/UNITS, SI

/PREP7

ET, 1, 3

\*元素種類  $\rightarrow$  et, 元素參考號碼, 元素編號

MP, EX, 1, 200E9

\*材料性質  $\rightarrow$  mp, 材料性質代號 lab, 性質編號 MAT, lab 數值

R, 1, 3E-4, 2.5E-9, 0.01

\*特性參數  $\rightarrow$  R, 參考編號, 參數(R1-R6)

N, 1, 0, 0

\*建立節點  $\rightarrow$  node, X, Y, Z

N, 2, 1, 0

N, 3, 2, 0

N, 4, 3, 0

N, 5, 4, 0

E, 1, 2

\*連接 node(建立元素)

E, 2, 3

E, 3, 4

E, 4, 5

FINISH

```

/SOLU
ANTYPE, STATIC
D, 1, ALL, 0          *固定端 → displacement, 對 node1, 所有自由度方向, 數值
! D, 1, UX, 0
! D, 1, UY, 0
! D, 1, ROTZ, 0
F, 3, FY, -2          *力施加 → force, 對 node3, Y 方向, 數值
SFBEAM, 3, 1, PRES, 0.05 *surface force, surface 3, 面壓力載荷, 數值
SFBEAM, 4, 1, PRES, 0.05 *surface force, surface 4, 面壓力載荷, 數值
SOLVE
FINISH

```

```

/POST1
SET, 1, 1      *define the data set to be read from the result file
PRDISP        *列出點位移數據
PLDISP        *畫出變形圖
FINISH

```

■ 作業題 2 (由四等分切成八等分)

```

/PREP7
ET, 1, 3
MP, EX, 1, 200E9
R, 1, 3E-4, 2.5E-9, 0.01

```

```

N, 1, 0, 0
N, 2, 0.5, 0
N, 3, 1, 0
N, 4, 1.5, 0
N, 5, 2, 0
N, 6, 2.5, 0
N, 7, 3, 0
N, 8, 3.5, 0
N, 9, 4, 0
E, 1, 2
E, 2, 3
E, 3, 4
E, 4, 5
E, 5, 6

```

E, 6, 7

E, 7, 8

E, 8, 9

FINISH

/SOLU

ANTYPE, STATIC

D, 1, ALL, 0

! D, 1, UX, 0

! D, 1, UY, 0

! D, 1, ROTZ, 0

F, 5, FY, -2

SFBEAM, 5, 1, PRES, 0.05

SFBEAM, 6, 1, PRES, 0.05

SFBEAM, 7, 1, PRES, 0.05

SFBEAM, 8, 1, PRES, 0.05

SFBEAM, 9, 1, PRES, 0.05

SOLVE

FINISH

/POST1

SET, 1, 1

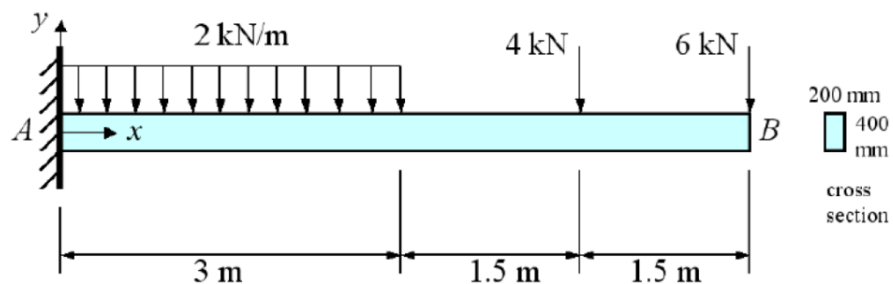
PRDISP

PLDISP

FINISH

### ■ 例題 3

本例如圖 5.5 的二維懸臂樑(cantilever beam)問題，樑之楊氏模數  $E=12 \text{ GPa}$ ，矩形截面為  $400 \text{ mm} \times 200 \text{ mm}$ ，試求  $B$  點的撓曲位移和斜率(slope)角度，和  $A$  點的彎曲應力(bending stress)。分析單位系統採用：m、N、Pa。



FINISH

/CLEAR

/FILNAME, ex2a, 0

/TITLE, ex2a cantilever beam.

/PREP7

ET, 1, BEAM188 \*元素種類

KEYOPT, 1, 4, 2 \*定義單元關鍵項 → 將元素 1 的關鍵項 4 定義為 2(要查)

MP, EX, 1, 12E9 \*材料性質

MP, PRXY, 1, 0.3

!MPTEMP, 1, 0

!MPDATA, EX, 1, , 12E9

!MPDATA, PRXY, 1, , 0.3

SECTYPE, 1, BEAM, RECT, , 0

SECOFFSET, CENT

SECDATA, 0.2, 0.4, 10, 10, 0, 0, 0, 0, 0, 0

SECPLOT, 1, 1

K, , 0, 0 \*給定點位 → K, 點編號, X, Y, Z

K, , 3, 0

K, , 4.5, 0

K, , 6, 0

K, , 0, 1

LSTR, 1, 2 \*將關鍵點連成線

LSTR, 2, 3

LSTR, 3, 4

LPLLOT

LATT, 1, , 1, , 5, , 1      \*分配樑單位屬性 → MAT, REAL, TYPE, --, KB, KE, SECNUM  
\*KB(orient key point)

ESIZE, 0.2, 0,      \*指定要劃分單元的邊長, 0

LMESH, 1, 3, 1      \*在線上生成節點單元, mesh line from line1 to line3

NPLOT

EPLOT

FINISH

/SOLU

ANTYPE, STATIC      \*分析模式 → static

DK, 1, , 0, , 0, ALL, , , , ,      \*自由度約束 → dk, 關鍵點 1, lab, 值, 值, 約束值, 所有點

LSEL, S, , , 1      \*選擇線段, 建立新的選擇集(S)

ESLL, S      \*選擇元素, 建立新的選擇集(S)

SFBEAM, ALL, 1, PRES, 2000, , , , ,      \*負載施加, 選擇區段 1

ALLSEL, ALL      \*select all entities(實體) with a single command

FK, 3, FY, -4000      \*負載施加

FK, 4, FY, -6000      \*負載施加

solve

finish

/post1

PLDISP, 1      \*畫出變形圖

PLNSOL, U, Y, 2, 1.0      \*顯示節點結果圖(同第一題表格)

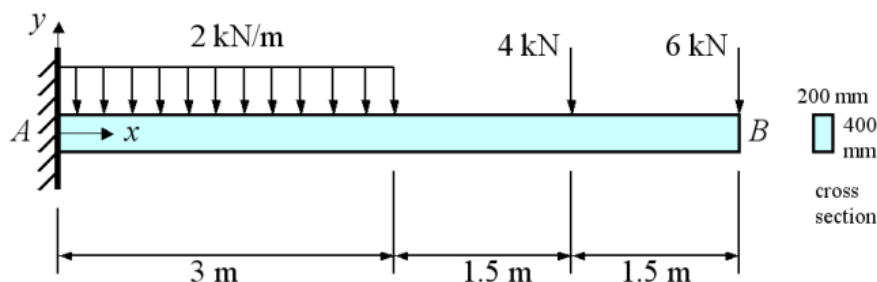
PLNSOL, U, X, 2, 1.0

/ESHAPE, 1

PLNSOL, S, X, 0, 1.0

### ■ 作業題 3 (挖空)

上課的練習題如圖一所示, 課堂中使用 BEAM188 元素模擬, 現在, 請使用 BEAM3 元素, 其元素尺寸(0.2m)、材料係數( $E=12\text{GPa}$ )、截面參數、邊界條件皆與上課例題相同, 計算 B 點的撓曲位移, 單位 m。





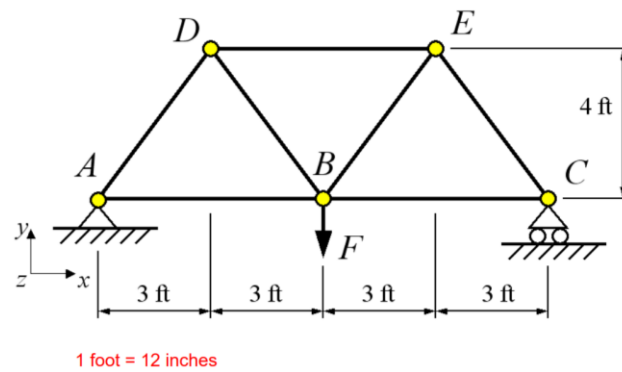
```
FINISH
/CLEAR
/PREP7
ET, 1, BEAM3
R, 1, 0.2*0.4, (1/12)*1000, 0.4 ,
MP, EX, 1, 12E9
!MP, PRXY, 1, 0.3
```

```
K, 1, 0, 0
K, 2, 3, 0
K, 3, 4, 5, 0
K, 4, 6, 0
LSTR, 1, 2
LSTR, 2, 3
LSTR, 3, 4
ESIZE, 0.2, ,
TYPE, 1
MAT, 1
REAL, 1
LMESH, 1, 3, 1
NPLLOT
EPLOT
```

```
FINISH
/SOLU
ANTYPE, STATIC
DK, 1, , 0, , 0, ALL,
LSEL, S, , , 1
ESLL, S
SFBEAM, ALL, 1, PRES, 2000,
ALLSEL, ALL
FK, 3, FY, -4000
FK, 4, FY, -6000
```

```
solve
FINISH
/POST1
PLDISP, 1
```

■ 例題 4



```

FINISH
/CLEAR
/FILNAME, ex5-1a, 0
/TITLE, ex5-1a. plane truss

/PREP7
ET, 1, LINK1          *元素種類
R, 1, 4, ,            *特性參數 → R, 參考編號, 參數(R1-R6)
MP, EX, 1, 29E6        *材料性質
!MPTEMP, 1, 0
!MPDATA, EX, 1, , 29E6

N, , 0, 0             *點位設定
N, , 6*12, 0
N, , 12*12, 0
N, , 3*12, 4*12
N, , 9*12, 4*12
TYPE, 1
MAT, 1
REAL, 1
E, 1, 4               *點位連接
E, 1, 2
E, 4, 2
E, 2, 3
E, 2, 5
E, 5, 3
E, 4, 5
FINISH

```

/SOLU

ANTYPE, STATIC                      \*分析模式 → static

D, 1, , 0, , , , UX, UY, , , ,                      \*自由度約束(點 1 XY 方向均固定)

!D, 1, UX, 0

!D, 1, UY, 0

D, 3, , 0, , , , UY, , , , ,                      \*自由度約束(點 3 僅 Y 方向均固定)

!D, 3, UY, 0

F, 2, FY, -10000                      \*負載施加

SOLVE

FINISH

/POST1

PLDISP, 1                      \*畫出變形圖

PRRSOL, FX                      \*顯示節點結果圖

PRRSOL, FY

ETABLE, FORCE, SMISC, 1                      \*結果建表 → etable, lab(自訂表名), item, 欄目名

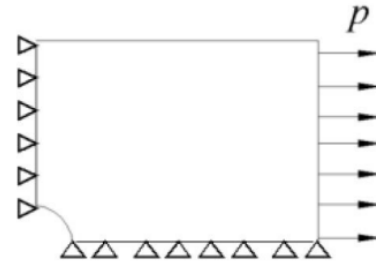
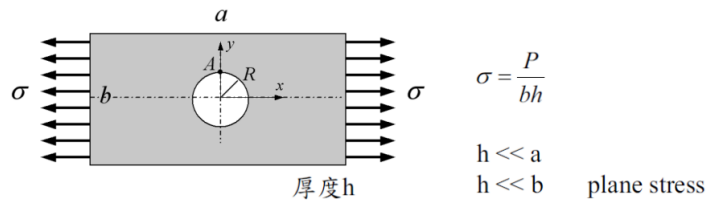
ETABLE, STRESS, LS, 1                      \* <http://www.lcae.com/a/ansys/50/ansys-etable-7676.htm>

PRETAB, FORCE, STRESS

## ■ 例題 5

❖ 圖5.19為一含圓孔的平板，長寬為**a=300mm**和**b=100mm**，厚度**h=2mm**，圓孔半徑**R=20mm**，其楊氏模數**E=210GPa**，普松比**v=0.3**，受拉應力**σ=2MPa**作用，試求**A**點的應力。分析單位系統採用：**mm、N、MPa**。

❖ 本例使用**PLANE42**二維平面元素來模擬



FINISH

/CLEAR

/FILENAME, ex5-4a, 0

/TITLE, ex5-4a. Plate with a hole

/PREP7

ET, 1, PLANE42

KEYOPT, 1, 2, 0 ! extra displacement shapes

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

R, 1, 2, \*特性參數 → R, 參考編號, 參數(R1-R6) thickness (mm)

!MPTEMP, 1, 0

!MPDATA, EX, 1, , 210000

!MPDATA, PRXY, 1, , 0.3

MP, EX, 1, 210000 \*材料性質

MP, PRXY, 1, 0.3

BLC4, 0, 0, 150, 50 \*建立矩形面 → BLC4, 角點 X 座標, 角點 Y 座標, 寬(X), 高(Y)

CYL4, 0, 0, 20 \*建立圓面 → CYL4, 圓心 X 座標, 圓心 Y 座標, 半徑

ASBA, 1, 2 \*兩面積相減 → ASBA, 面積 1, 減去的面積 2

ASEL, S, AREA, , 3 \*面積選擇 → ASEL, 邏輯(S: full), 方式(AREA: 輸入編號), , 面積編號

AATT, 1, 1, 1, 0, \*面積元素屬性 → AATT, MAT, REAL, TYPE, ESYYS

ALLSEL, ALL \*select all entities(實體) with a single command

LESIZE, 5, , , 12, , , , 1 \*於線段上設定元素大小

LESIZE, 10, , , 12, , , , 1 → LESIZE, 線段編號, , , 分割數量, , , , 設定更動(1: 允許)

LESIZE, 2, , , 2, , , , 1

LESIZE, 9, , , 12, 0.2, , , , 1

LESIZE, 3, , , 16, 0.2, , , , 1

```

MSHKEY, 0      *free mesh : 0 /mapped mash : 1
AMESH, 3       *在面上生成節點單元, mesh area for area3
FINISH

/SOLU
ANTYPE, STATIC      *標準分析
SFL, 2, PRES, -2    *施加負載至邊緣 → SFL, 邊緣, LAB, 值(拉伸為負)
DL, 10, , UX, 0     *線自由度約束
!NSEL, S, LOC, X, 0, 0 *選擇所在 X=0 平面上的所有節點
!DSYM, SYMM, X      *對稱約束 → DSYM, LAB(SYMM : 正對稱), NORMAL(X/Y/Z)
!DL, 10, , SYMM     *DL, 對稱線, , 正對稱
DL, 9, , UY, 0
!NSEL, S, LOC, Y, 0, 0
!DSYM, SYMM, Y
!DL, 9, , SYMM

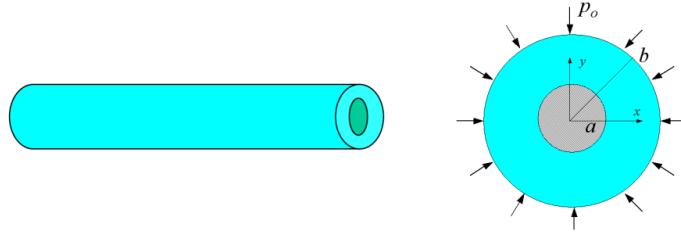
ALLSEL, ALL        *select all entities(實體) with a single command
SOLVE
FINISH

/POST1
PLNSOL, S, X, 0, 1
PLNSOL, S, Y, 0, 1
PLNSOL, S, EQV, 0, 1 *EQV : von Mises 應力圖

```

## ■ 例題 6

❖ 下圖為一長條狀之厚壁(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： $\text{mm}$ 、 $\text{N}$ 、 $\text{MPa}$ 。



```

FINISH
/CLEAR
/FILNAME, ex5-5, 0
/TITLE, ex5-5. Long tube

/PREP7
ET, 1, PLANE42
KEYOPT, 1, 3, 2          *plane strain
!MPTEMP, 1, 0
!MPDATA, EX, 1, , 210000
!MPDATA, PRXY, 1, , 0.3
MP, EX, 1, 210000        *材料特性
MP, PRXY, 1, 0.3

CSYS, 0                  *座標系定義(0：卡氏座標, 1：沿 Z 軸的圓柱座標, 2：球面)
K, 1, 0, 0, 0,           *給定點位 → K, 點編號, X, Y, Z
K, 2, 200, 0, 0,
K, 3, 500, 0, 0,
K, 4, 0, 200, 0,
K, 5, 0, 500, 0,
LARC, 2, 4, 1, 200,      *弧線連接 → LARC, 弧上點 1, 弧上點 2, 圓心, 弧半徑
LARC, 3, 5, 1, 500,
LSTR, 4, 5               *線連接
LSTR, 2, 3
AL, 1, 4, 2, 3,         *Generates an area bounded by previously defined line
TYPE, 1
MAT, 1

```



■ 作業題 1

◇ 指令

[Mechanical APDL Command Reference \(bme.hu\)](#)