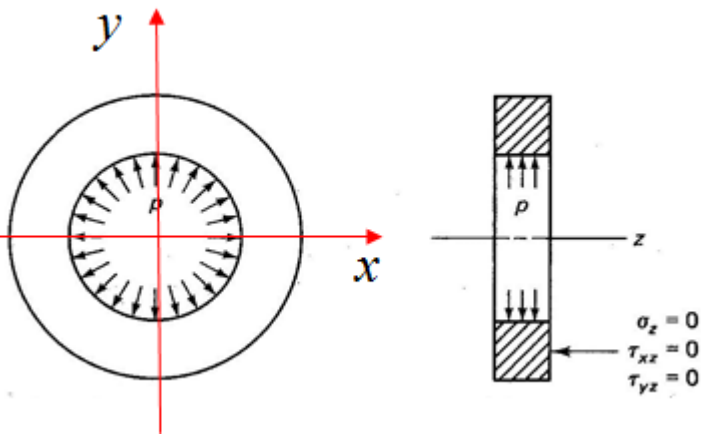


Analysis of 2D Structural Solids

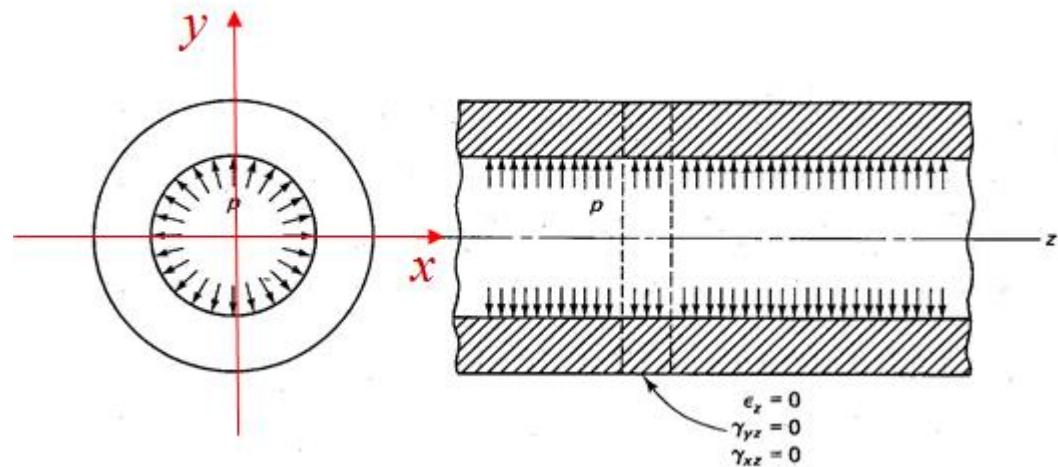
A thin planar body



plane stress

$$\sigma_{zz} = \tau_{xz} = \tau_{yz} = 0$$

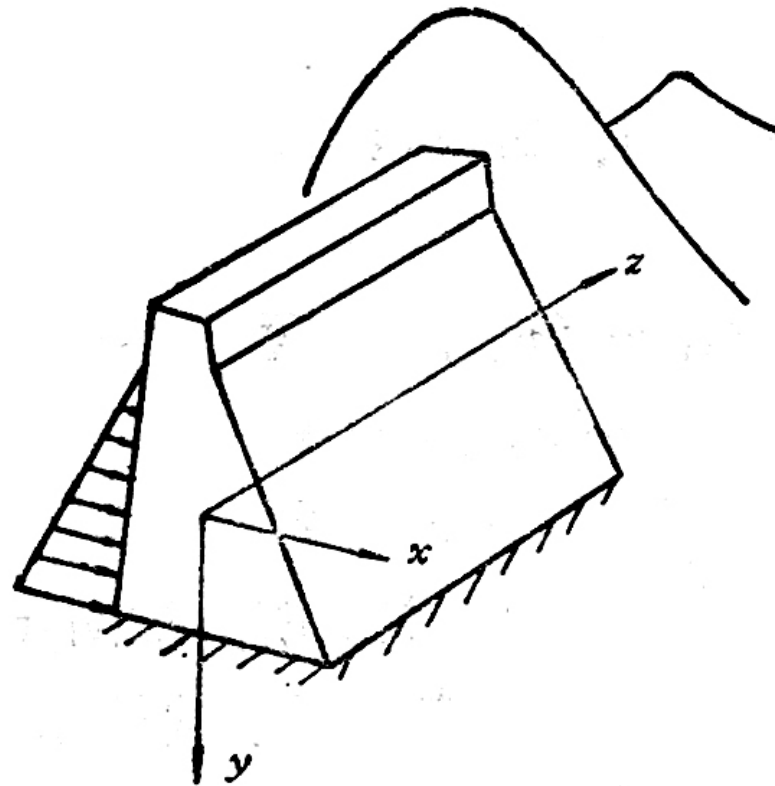
A long body of uniform cross section



plane strain

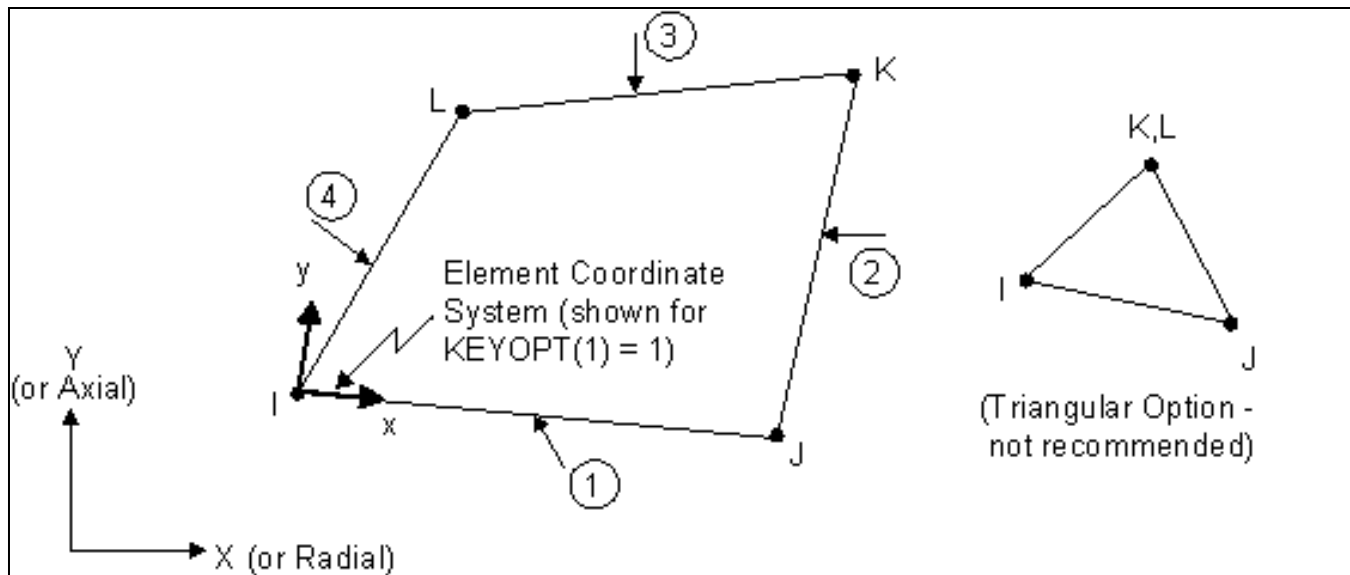
$$\epsilon_{zz} = \gamma_{xz} = \gamma_{yz} = 0$$

2D Plane strain problem



A concrete dam

PLANE42 元素描述



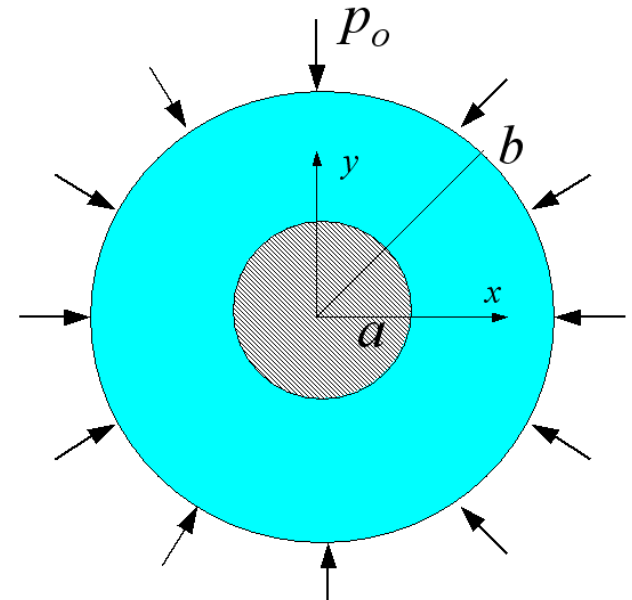


PLANE42 輸入資料

Element Name	PLANE42
Nodes	I, J, K, L
Degrees of Freedom	UX, UY
Real Constant	None, if KEYOPT (3) = 0, 1, 2 Thickness, if KEYOPT (3) = 3
Material Properties	EX, NUXY, GXY, ALPX, DENS, DAMP, etc.
Surface Loads	Pressure: face 1 (J-I), face 2 (K-J), face 3 (L-K), face 4 (I-L)
Body Loads	Temperature -- T(I), T(J), T(K), T(L)
Special Features	Plasticity, Creep, Stress stiffening, Large deflection, Large strain, etc.
KEYOPT(1)	Key for element coordinate system: 0 -- Element C.S. is parallel to the global C.S. 1 -- Element C.S. is based on the element I-J side
KEYOPT(2)	Key to include extra shapes: 0 -- Include extra displacement shapes 1 -- Suppress extra displacement shapes
KEYOPT(3)	0 -- Plane stress 1 -- Axisymmetric 2 -- Plane strain 3 -- Plane stress with thickness input

Plane strain problem

- ❖ 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： mm 、 N 、 MPa 。

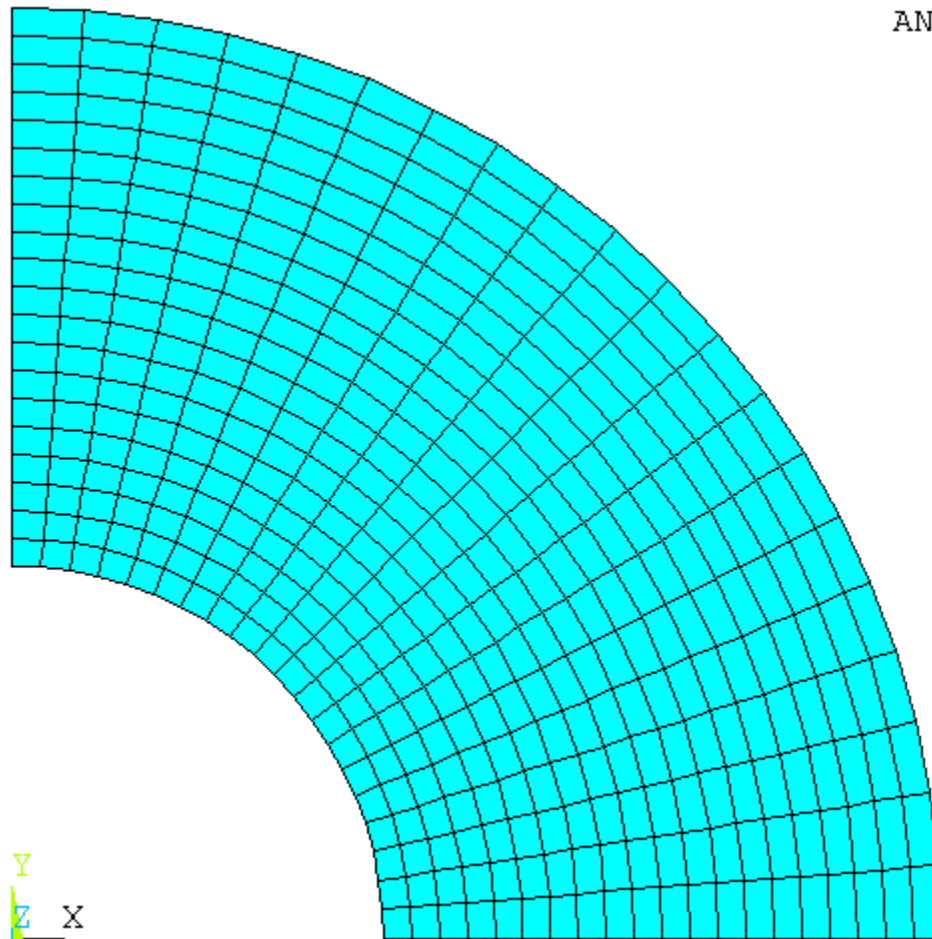


有限元素模型

1

ELEMENTS

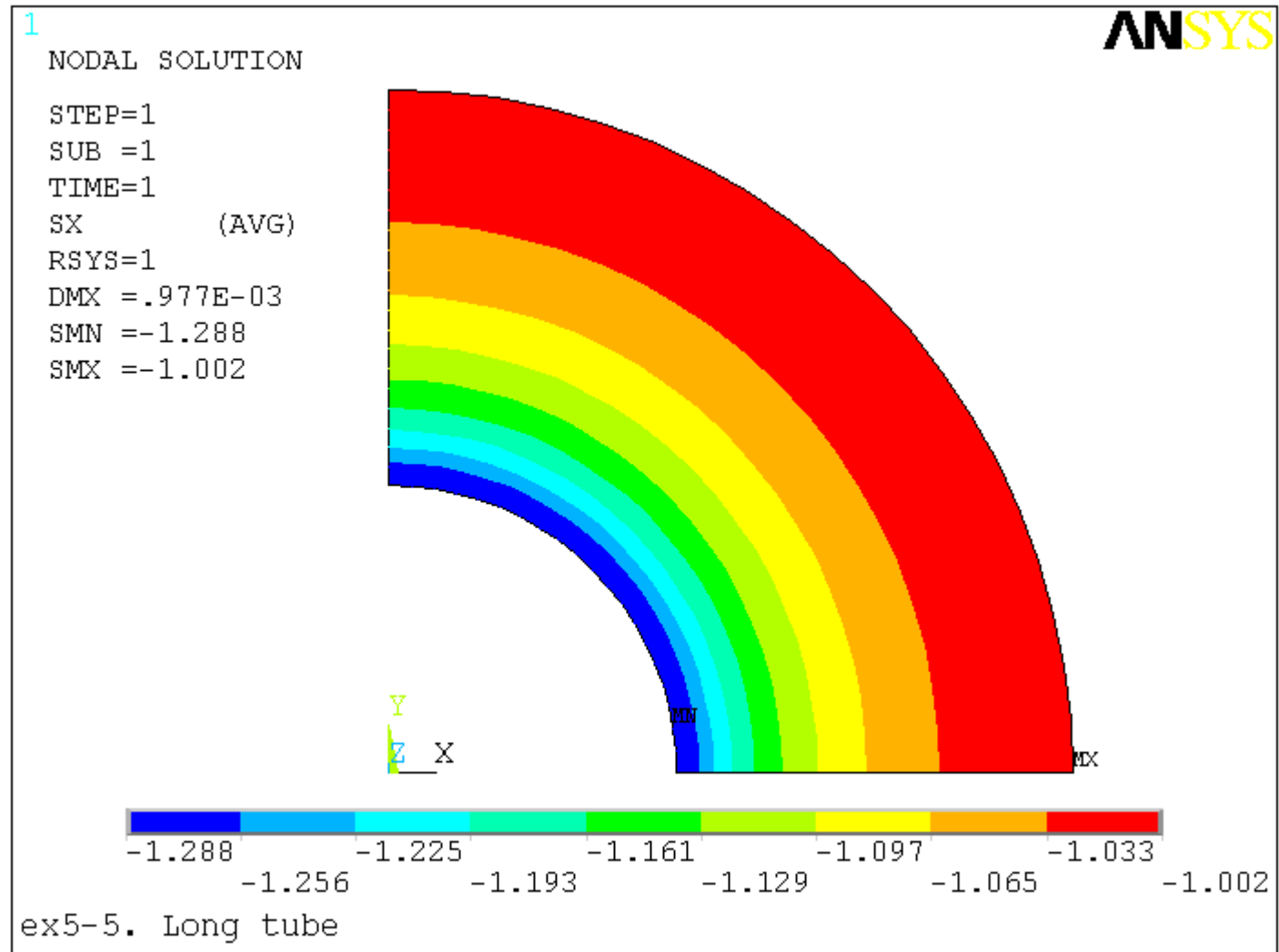
ANSYS 7.0



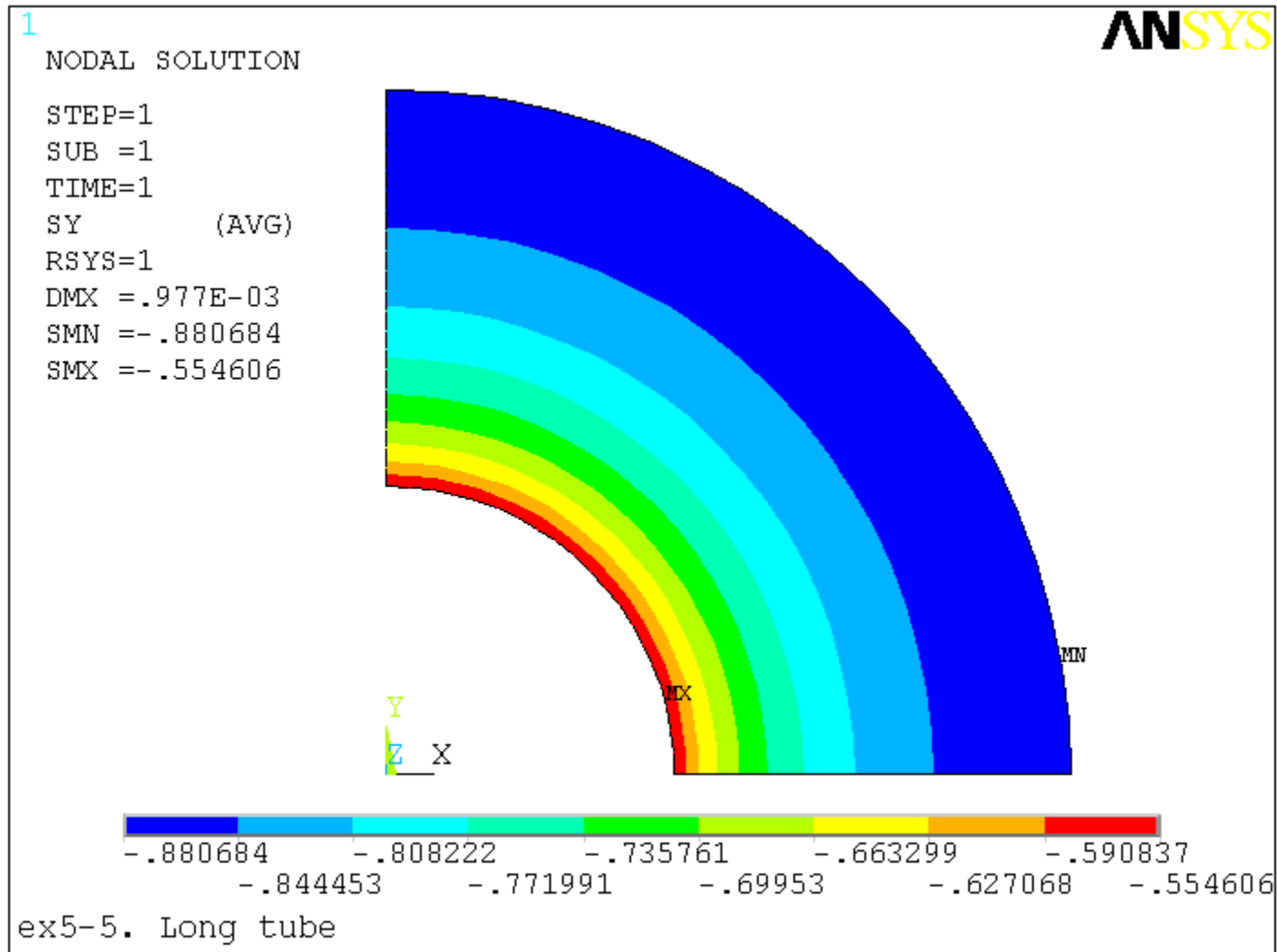
ex5-5. Long tube

圓柱座標應力 σ_r (SX) (MPa)

RSYS, 1



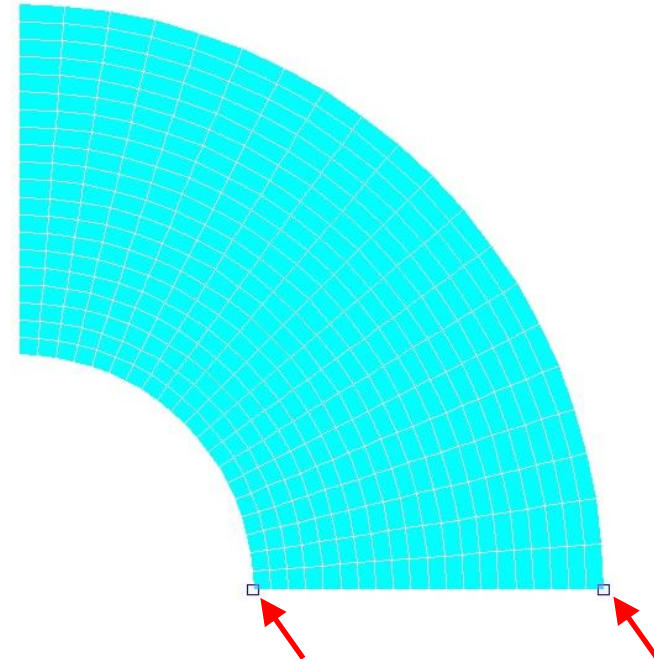
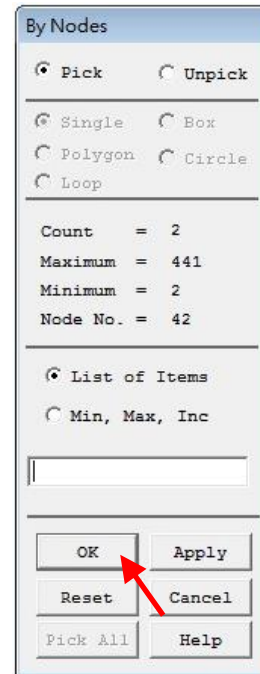
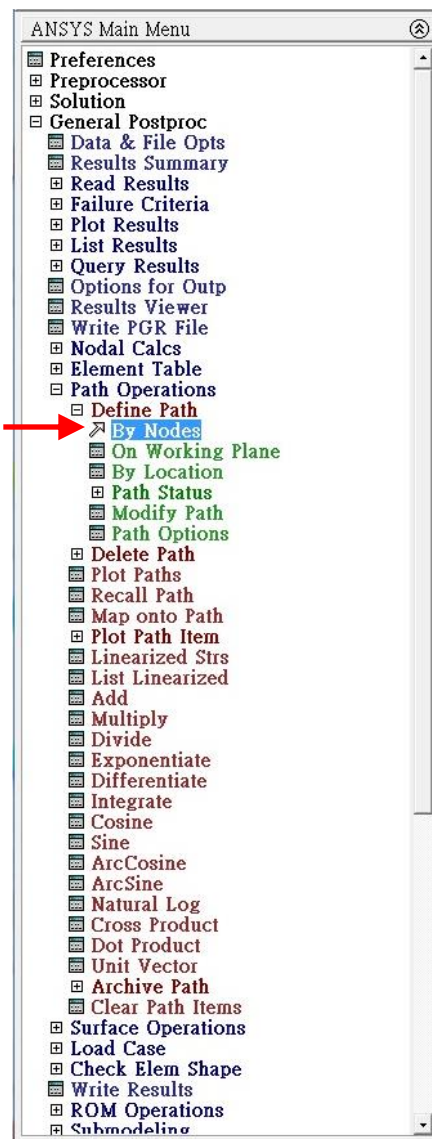
圓柱座標應力 σ_θ (SY) (MPa)

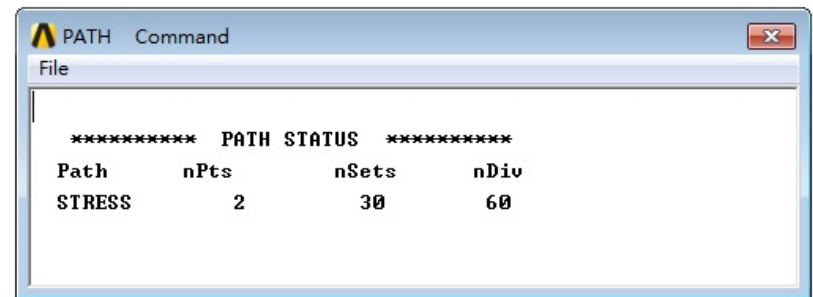
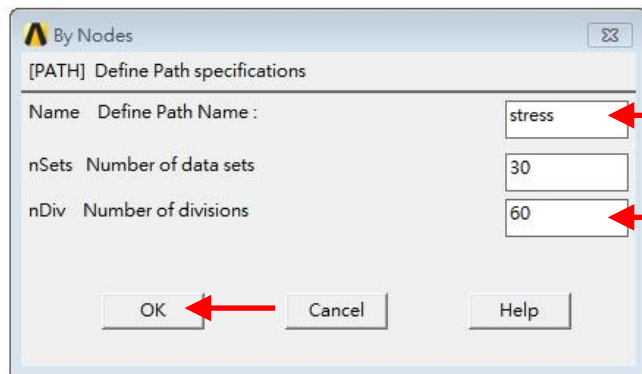


Path operation for X-Y graph



or





○ 指令說明 ◀◀

PATH, *NAME*, *nPts*, *nSets*, *nDiv*

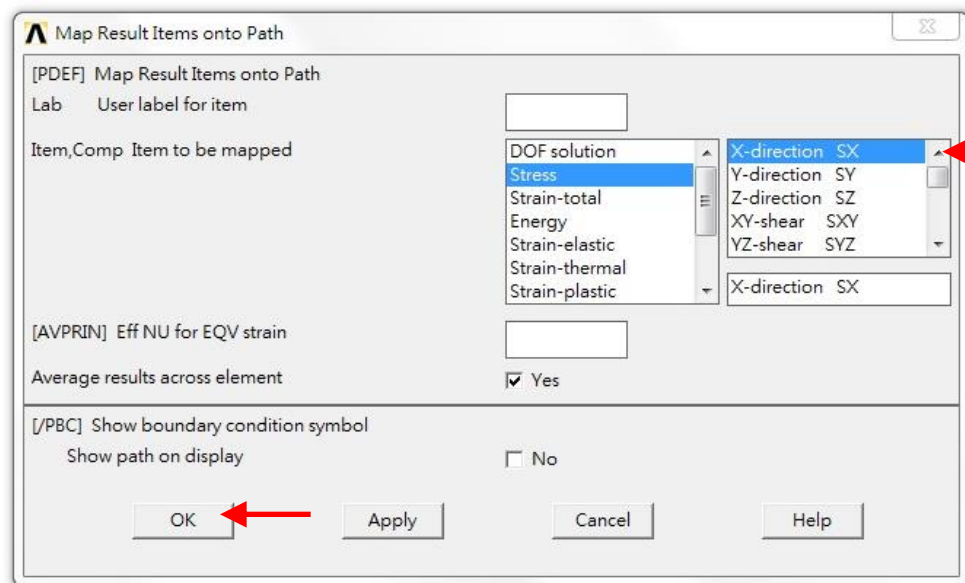
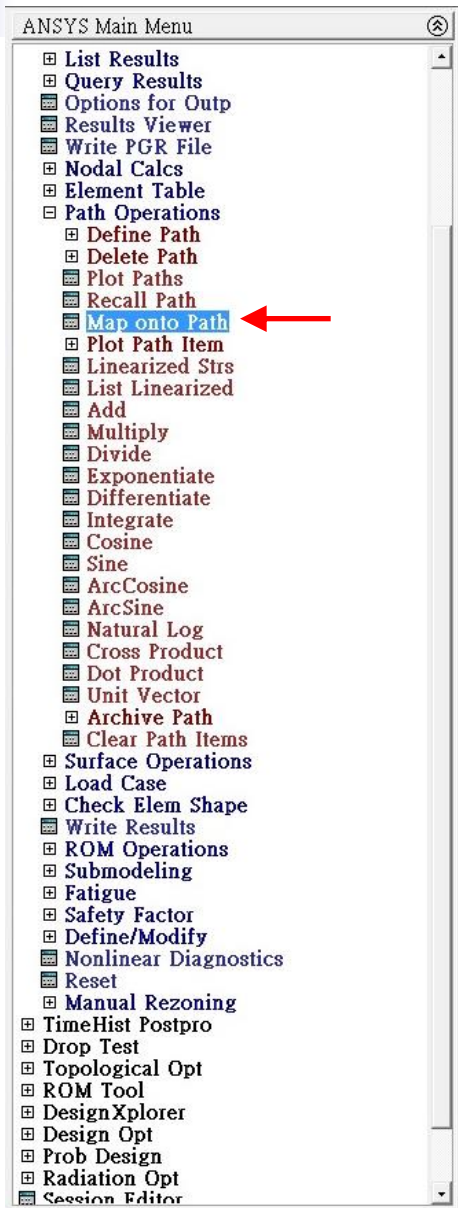
定義一用於顯示資料的路徑。

NAME：路徑的名稱，不得超過 8 個字元。如果所指定的名字重複則會將舊的覆蓋，如果只指定一已經存在的路徑名稱忽略其他項目，則表示使用此路徑 (Recall Path)，如果 *NAME*=STATUS，則表示列出所有已定義的路徑。

nPts：用於定義路徑的點的數量，最多不可超過 1000 點，最少 2 點。

nSets：可儲存的資料數量，預設為 30 組，最少要 4 組

nDiv：每兩點之間，欲細分的資料點數，預設為 20 點。



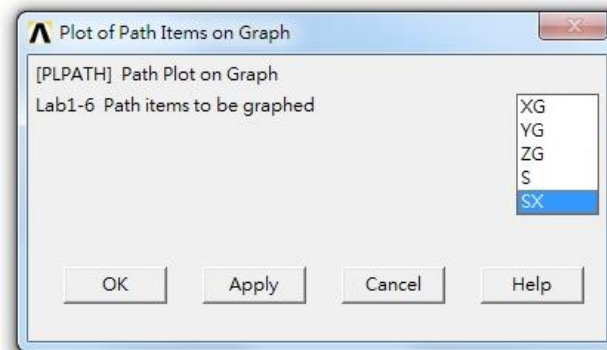
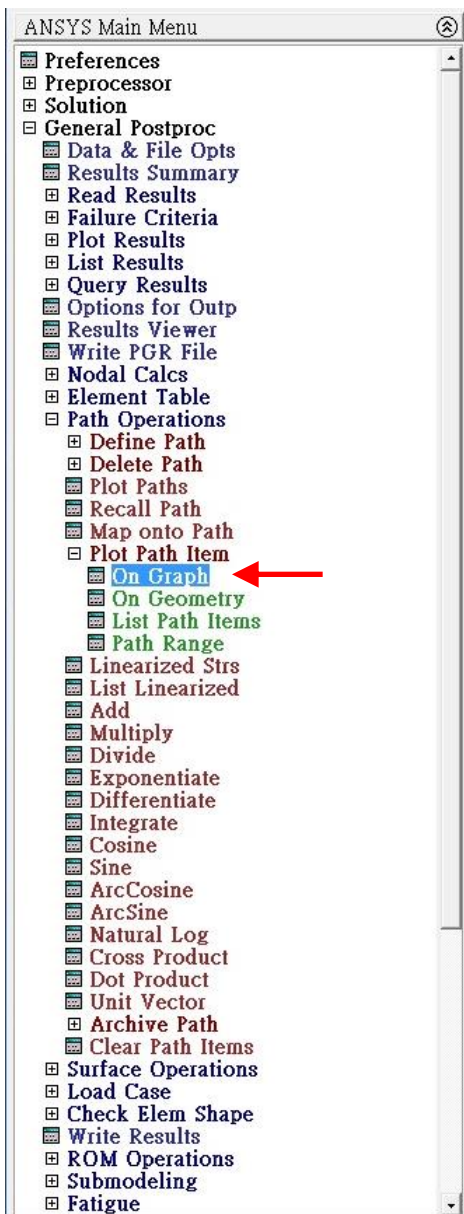
PDEF, Lab, Item, Comp, Avglab

擷取路徑上的資料。

Lab：資料的名稱，最多 8 個字元。如果為 STAT 表示列出目前所使用的路徑上所定義的所有資料，如果為 CLEAR，則表示清除所有使用者定義的資料。

Item, Comp：欲擷取的資料種類，其使用方式與指令 PLNSOL 相同。

Avglab：用來設定擷取時是否平均元素間的資料，AVG 表示平均，NOAV 表示不平均，預設為 AVG。

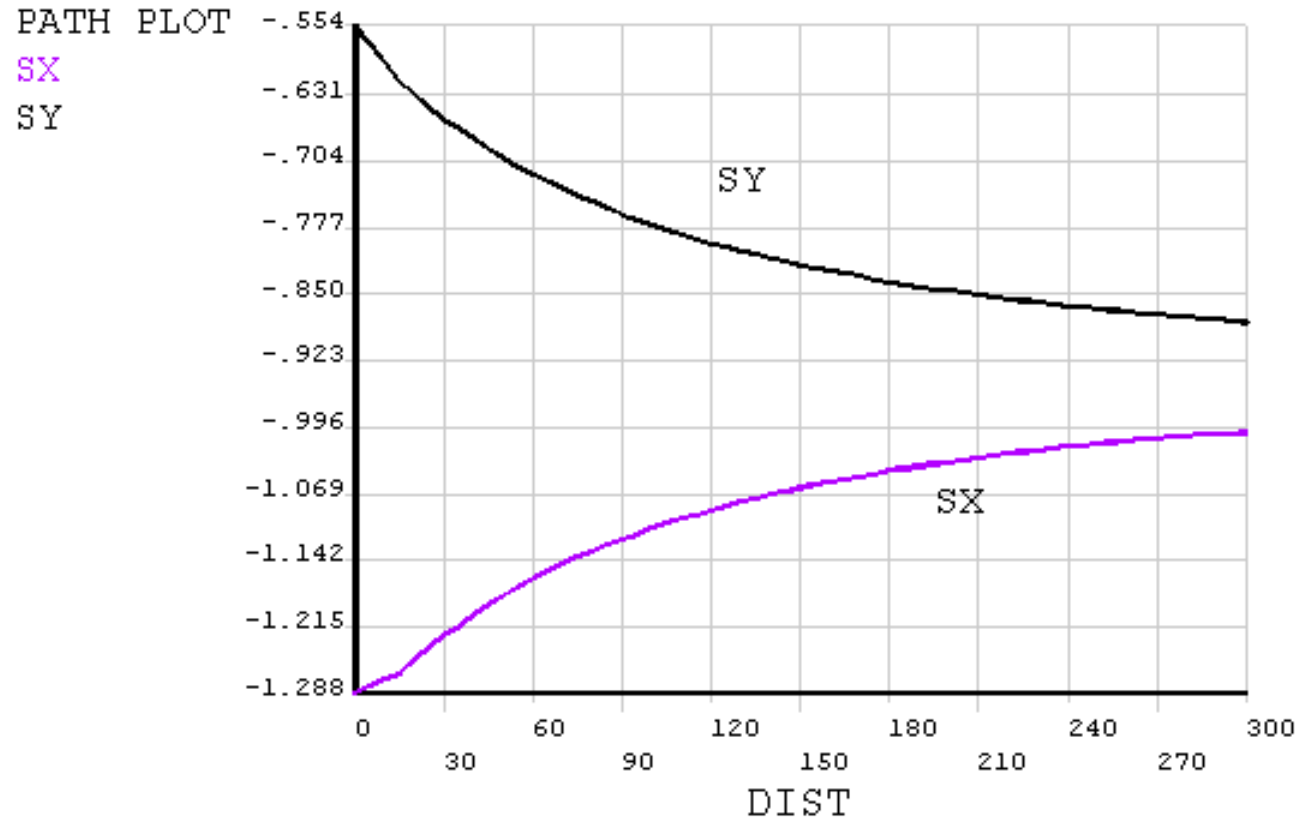


PLPATH, Lab1, Lab2, Lab3, Lab4, Lab5, Lab6

以線條圖的方式將資料畫出。

Lab1~ Lab6：資料的名稱。

Path operation (plot)



討論

- 本例在文獻中有解析解如下：

$$\sigma_r = -\frac{p_o b^2}{a^2(1-2\nu) + b^2} \left[1 + (1-2\nu) \frac{a^2}{r^2} \right]$$

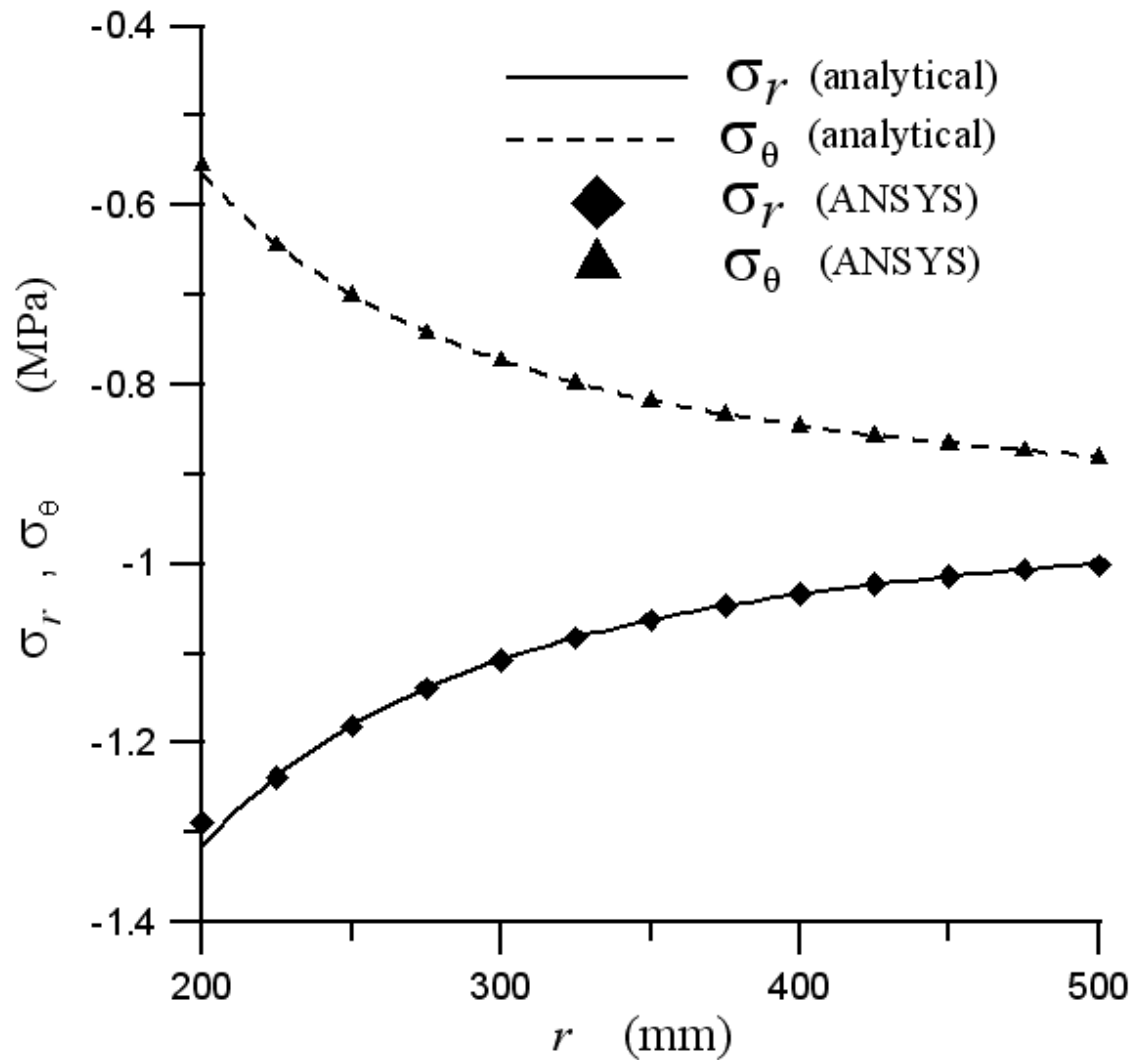
$$\sigma_\theta = -\frac{p_o b^2}{a^2(1-2\nu) + b^2} \left[1 - (1-2\nu) \frac{a^2}{r^2} \right]$$

- 將本例題目的數值代入上式可得

$$\sigma_r = -0.9399 \left[1 + \frac{16000}{r^2} \right] \text{ MPa}$$

$$\sigma_\theta = -0.9399 \left[1 - \frac{16000}{r^2} \right] \text{ MPa}$$

應力 σ_r 和 σ_θ 解析解與 ANSYS解的比較



ANSYS 計算之最大誤差發生於內徑位置 ($r = a = 200$ mm) 的 σ_r ，為 2.1%。