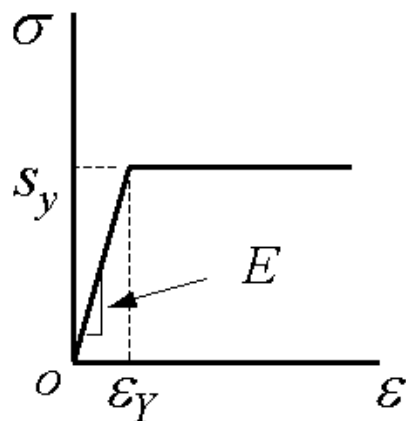
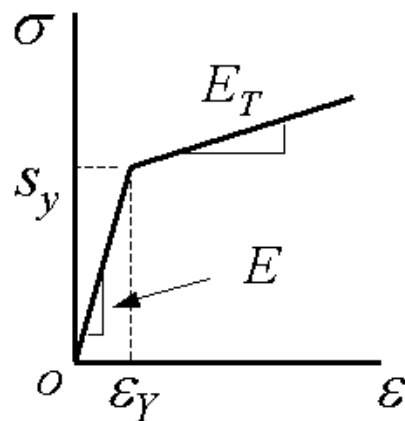


材料非線性(geometric nonlinearity)

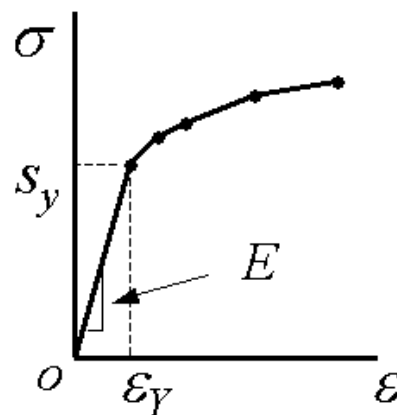
- ❖ 下圖是經由材料拉伸試驗得到的彈塑性應力應變曲線，相對的在數學解析或有限元素分析上，有以下幾種應力應變曲線模式：**(a) 彈性-完全塑性 (elastic perfectly-plastic)**；**(b) 雙線性 (bi-linear)**；**(c) 多線段 (multi-linear)**；**(d) 塑性曲線**，以上四種曲線如下圖所示



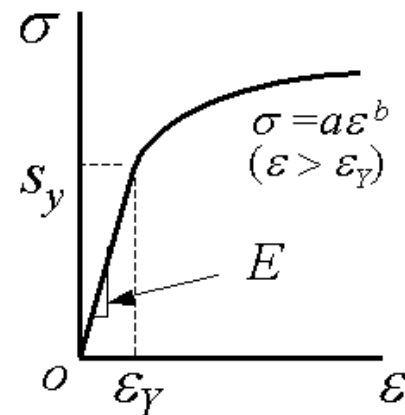
(a)



(b)



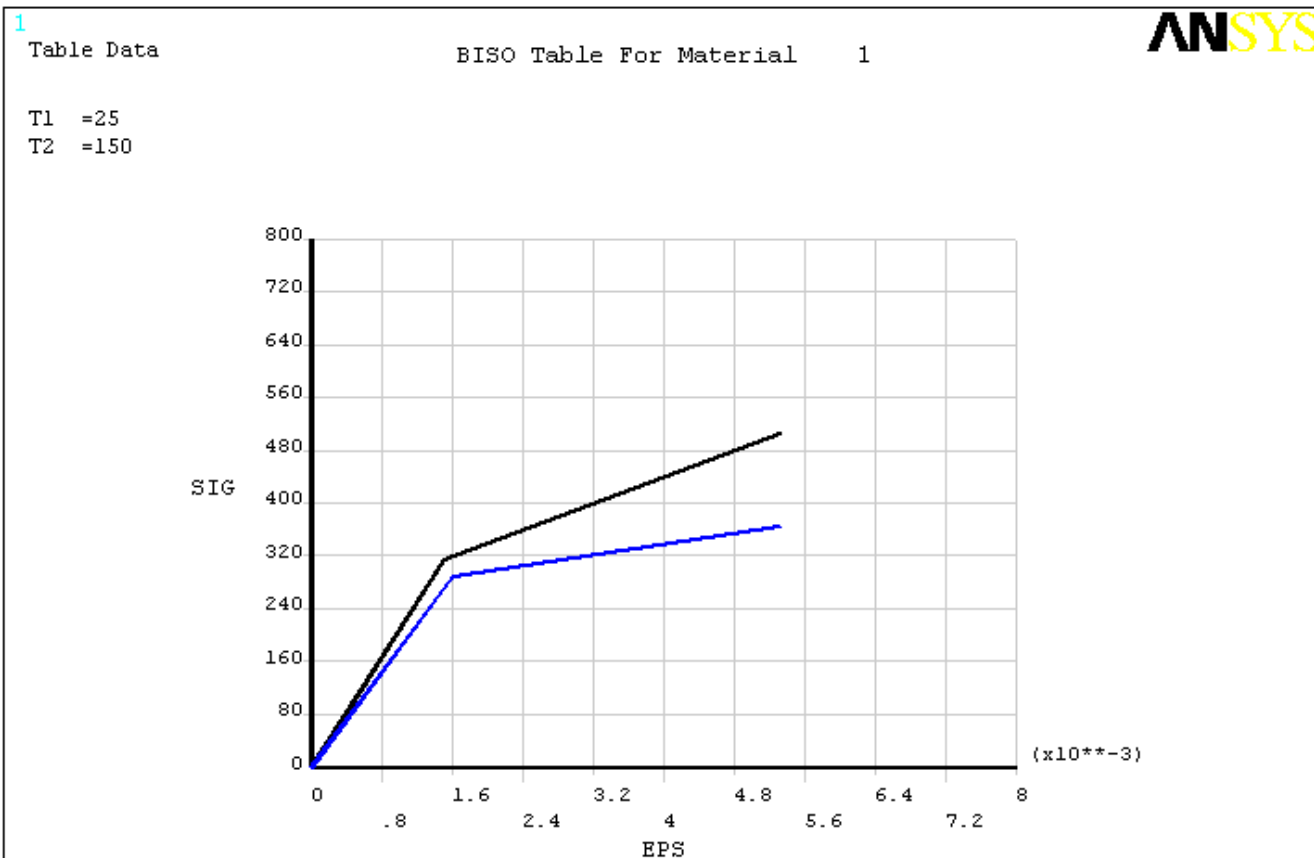
(c)



(d)

不同溫度之應力應變曲線

❖ **ANSYS**可以允許對於不同溫度下，加入數條**BISO**之應力應變曲線，方法如下：



/PREP7

MPTEMP,1,25

MPTEMP,2,150

MPDATA,EX,1,,210000

MPDATA,EX,1,,180000

MPDATA,PRXY,1,,0.3

MPDATA,PRXY,1,,0.3

TB,BISO,1,2,2,

TBTEMP,25

TBDATA,,315,50000,,,

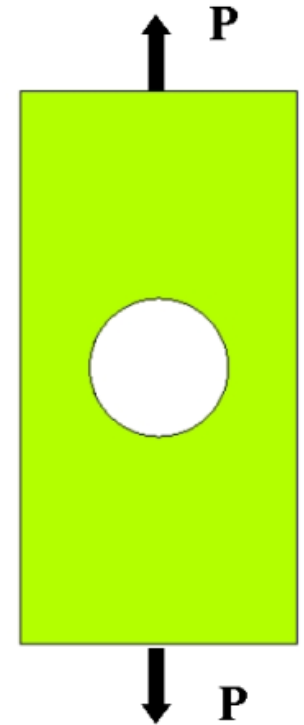
TBTEMP,150

TBDATA,,290,20000,,,

TBPLT

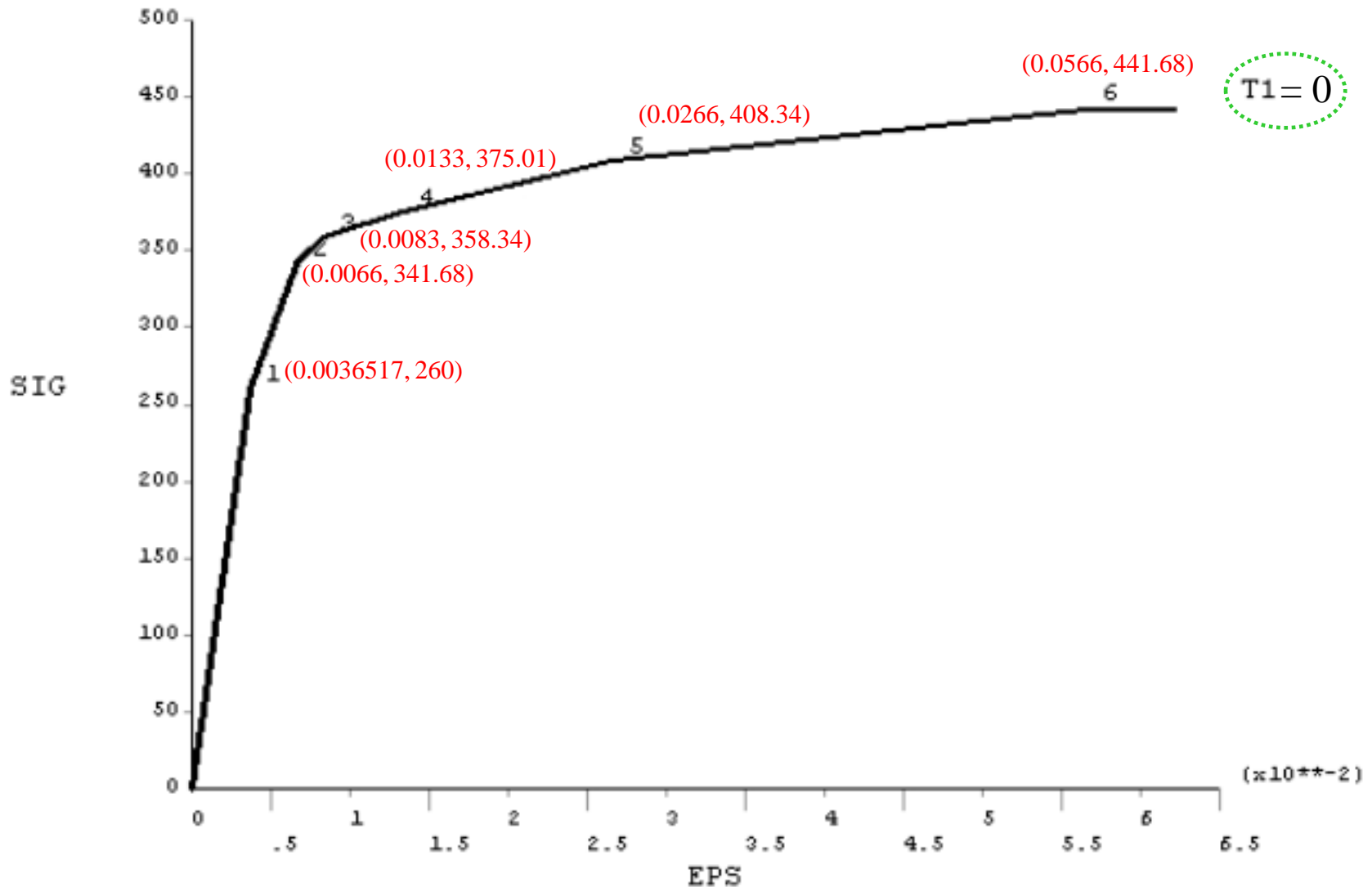
含圓孔薄板分析

- ❖ 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**900×450mm**，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**。



真應力應變曲線(應力單位：MPa)

“攝氏0度”代表不管模擬之溫度為幾度，均以唯一設定的多線性模型來分析



ANSYS 設定之MISO 多線性曲線

Linear Isotropic Properties for Material Number 1

Linear Isotropic Material Properties for Material Number 1

	T1
Temperatures	0
EX	71200
PRXY	0.31

Add Temperature Delete Temperature Graph

OK Cancel Help

Multilinear Isotropic Hardening for Material Number 1

Stress-Strain Options Stress versus Total Strain

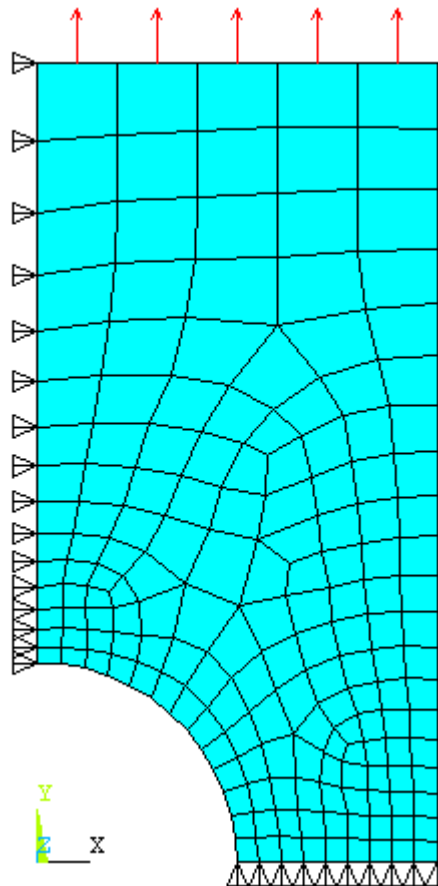
	T1	
	STRAIN	STRESS
1	0.0036517	260
2	0.0066	341.68
3	0.0083	358.34
4	0.0133	375.01
5	0.0266	408.34
6	0.0566	441.68

Add Temperature Delete Temperature Add Point Delete Point Graph

OK Cancel Help

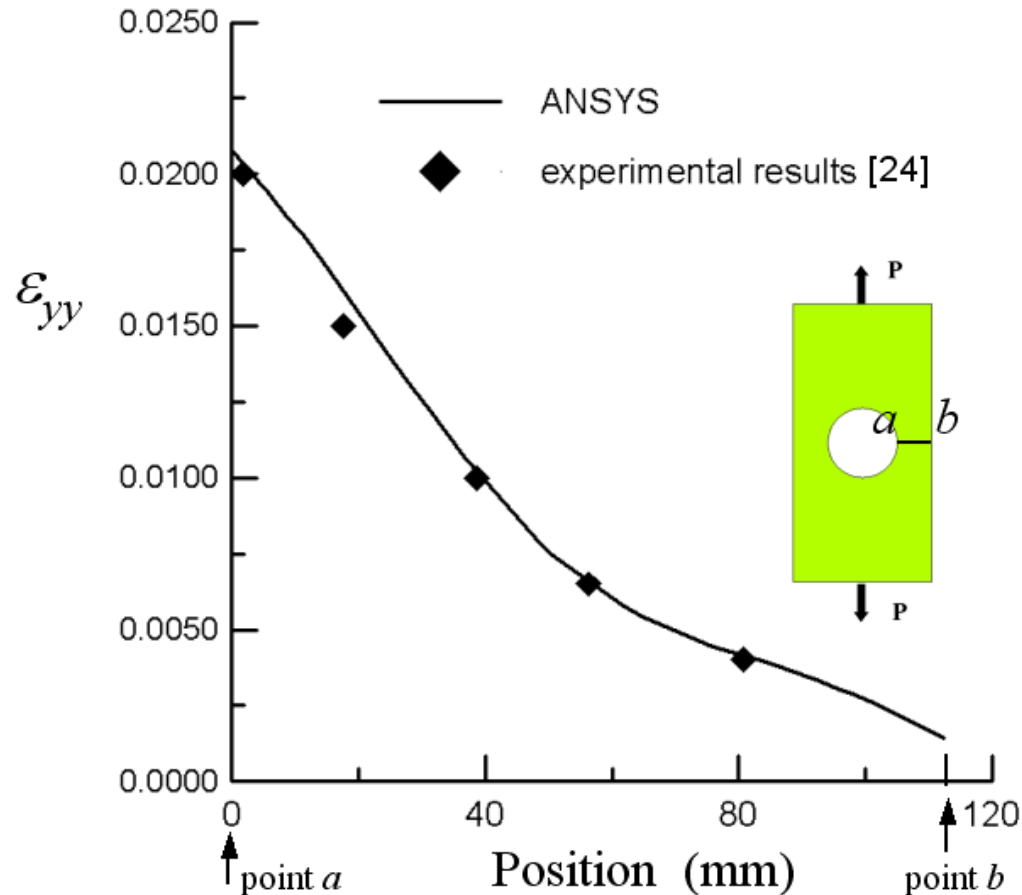
有限元素模型與邊界條件

- ❖ 假設集中力 P 均勻作用於邊界，因此可將其轉換為一拉應力 $\sigma = 147000 / (450 \times 2) = 163.33 \text{ MPa}$ 。



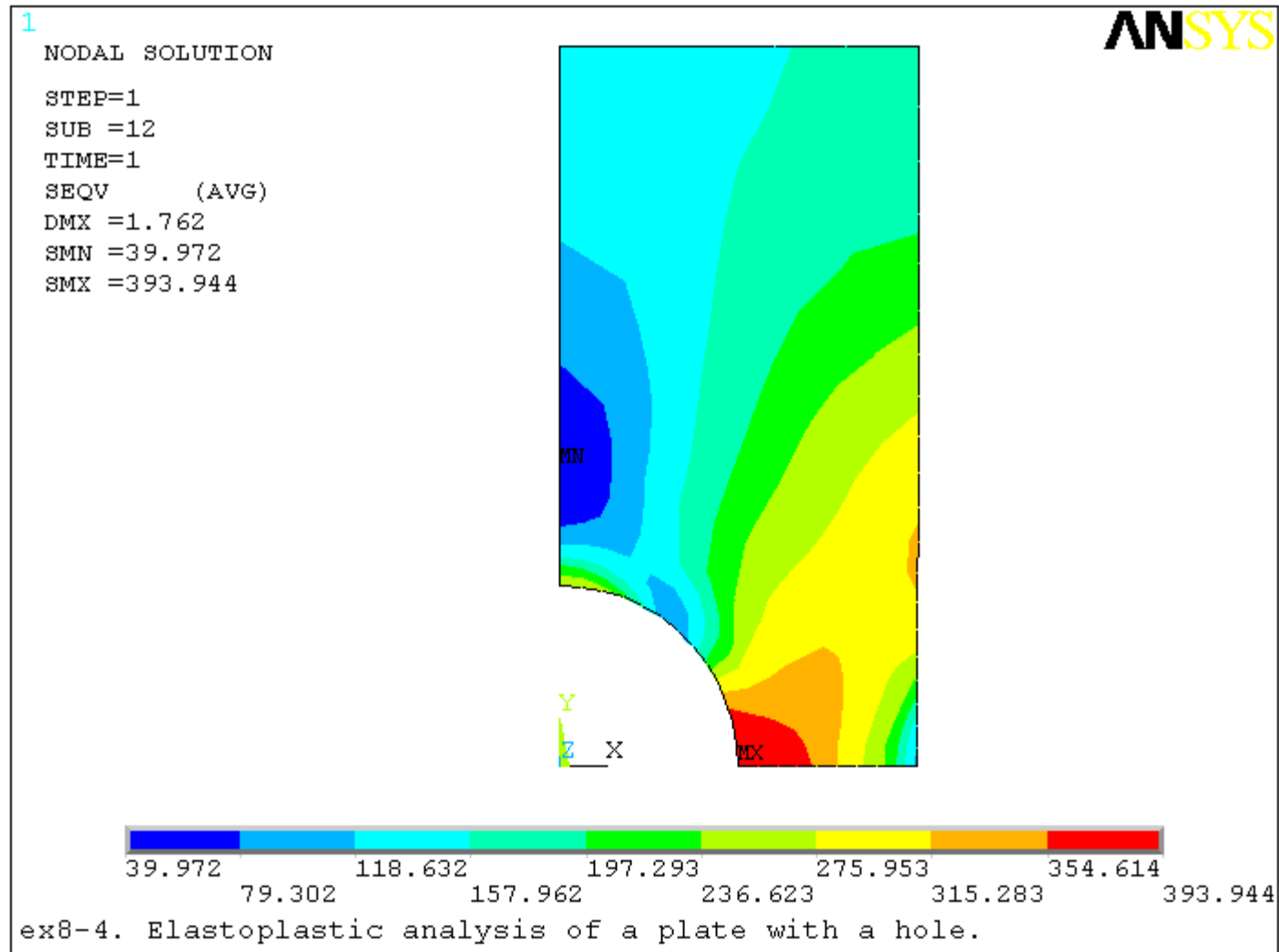
結果與討論

❖ 下圖為**ANSYS**總應變 ϵ_{yy} 計算結果與文獻中之實驗值比較，兩者分析結果十分接近。

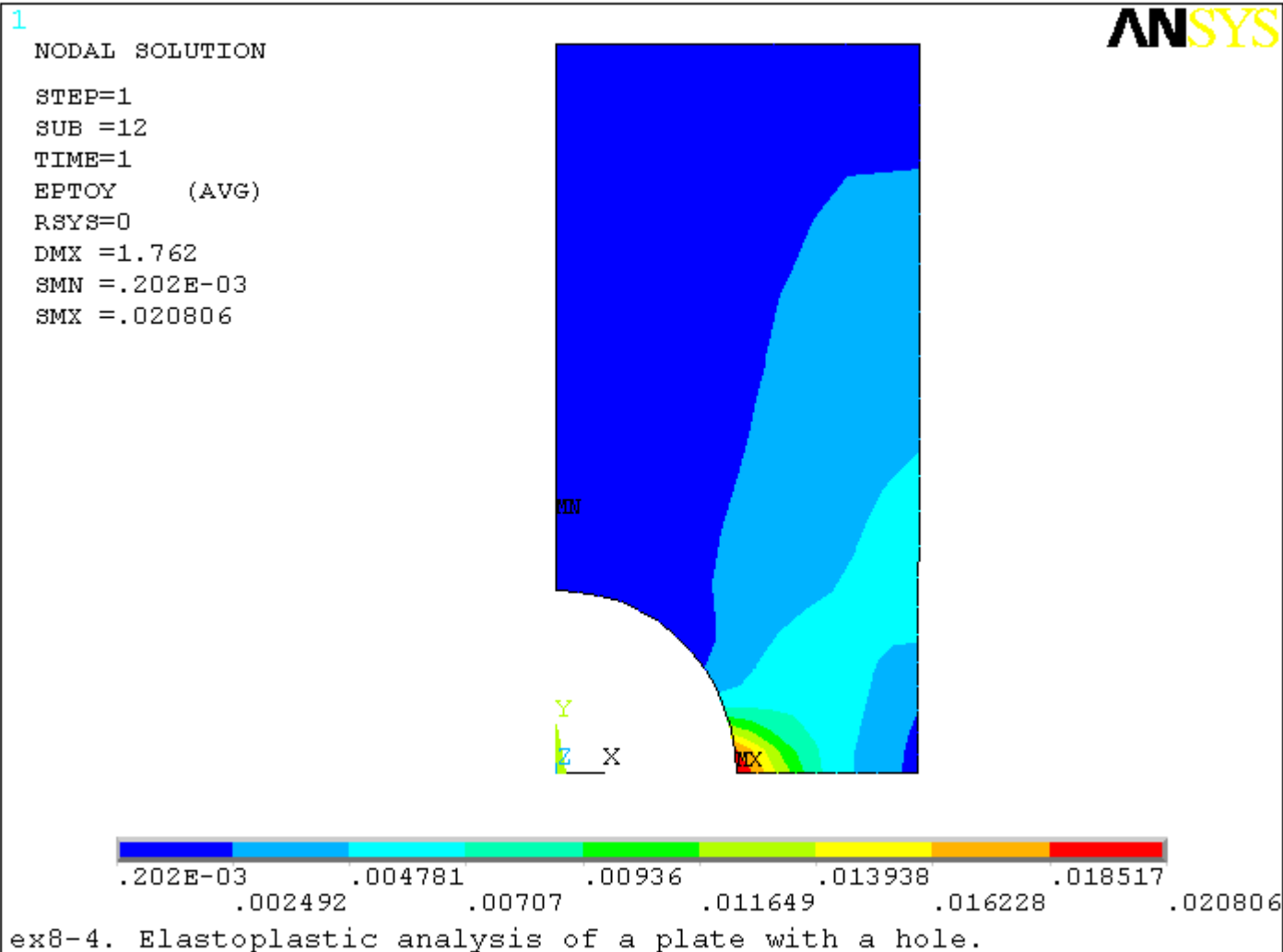


von Mises 等效應力(SEQV)分布(MPa)

❖ 應力超過降伏強度($S_y=260$ MPa)的區域均為塑性區。



y方向總應變 ε_{yy} (EPTOY)分布



y方向塑性應變 ϵ_{pyy} (EPPLY)分布

