

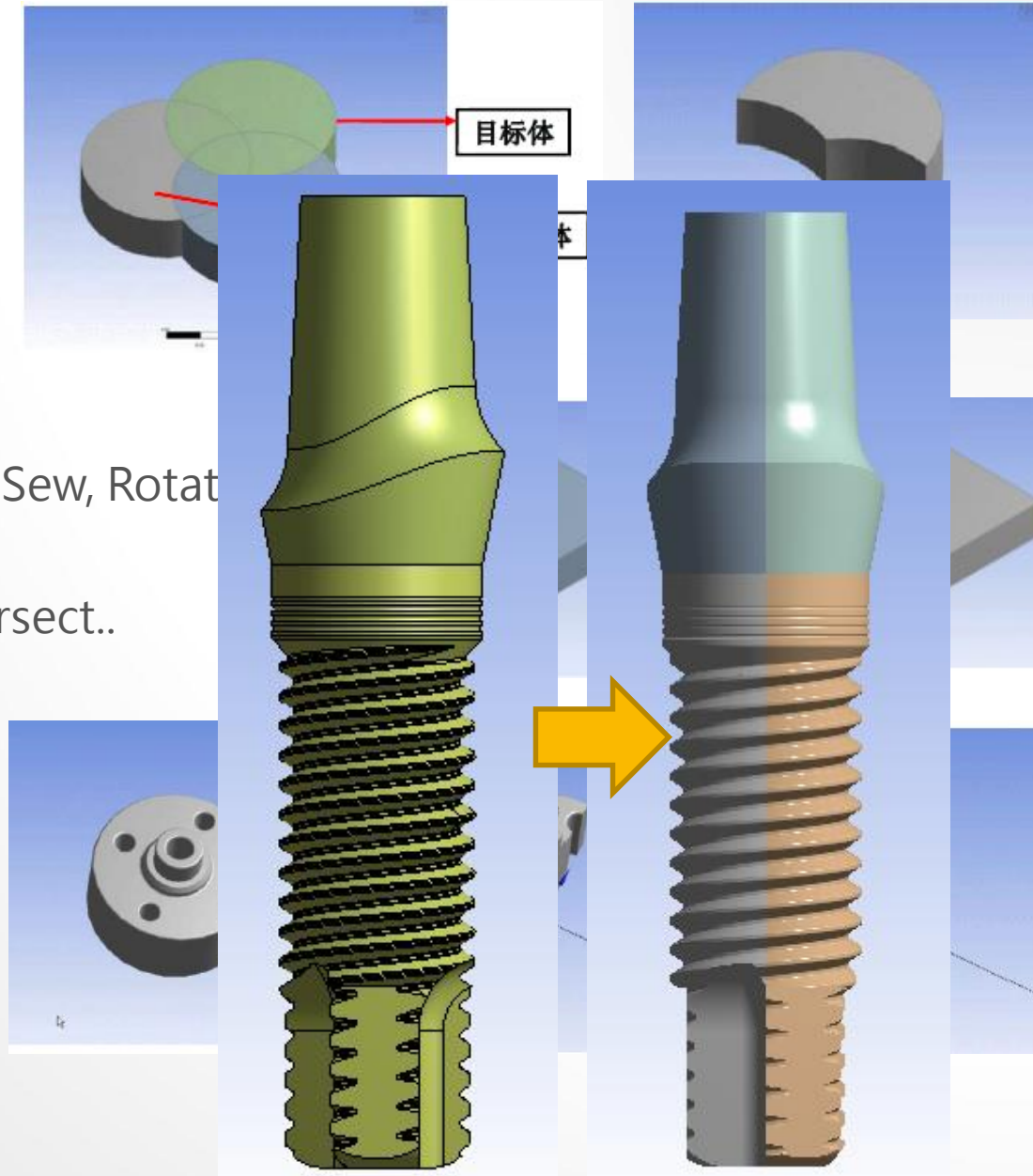
A faint, light gray world map is visible in the background, centered on the Atlantic Ocean. The map shows the continents of North America, South America, Europe, Africa, Asia, and Australia.

# 電腦輔助工程分析 ANSYS WORKBENCH 2

林峻立 教授 國立陽明大學 生物醫學工程系

# 體積建模工具

- Create
  - Pattern
  - Body Operation
    - Mirror, Move, Scale, Sew, Rotate
  - Boolean
    - Unite, Subtract, Intersect..
  - Slice
    - By plane, By face, ...
- Tool
  - Symmetry
  - Merge
  - ...

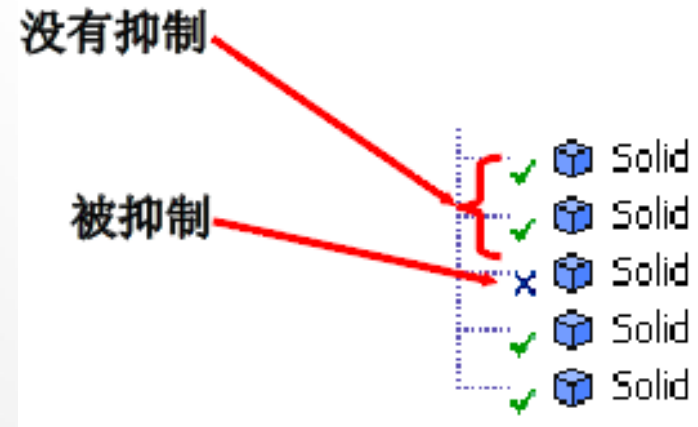


體積運算功能亦比ANSYS佳

Slice

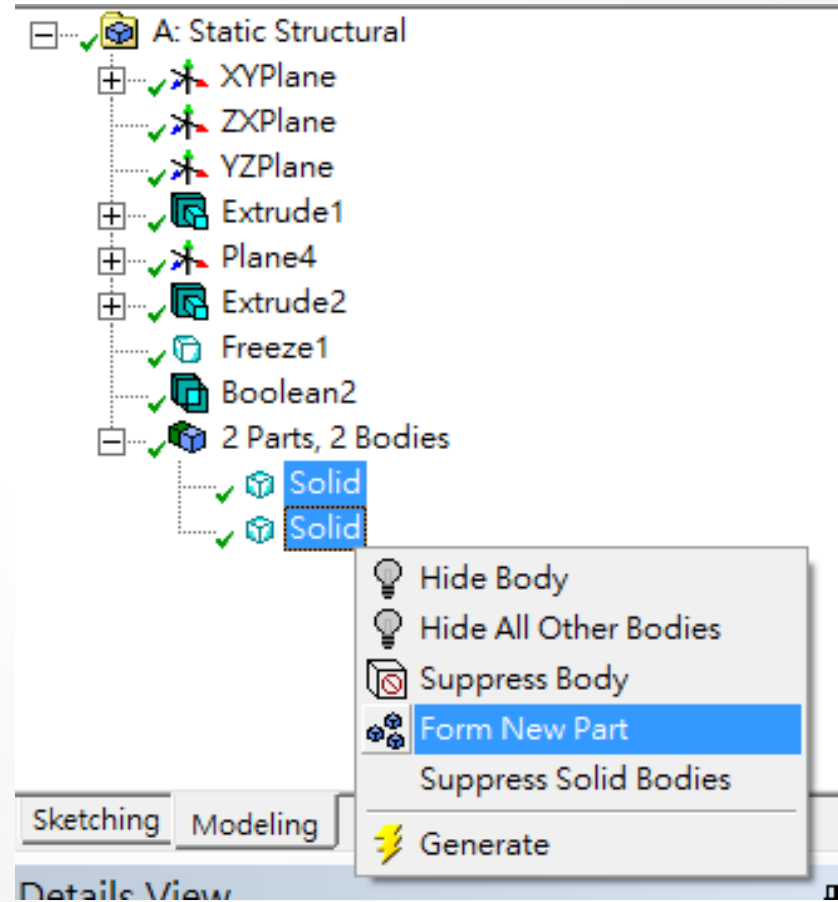
# 物件抑制 ( Suppress )

- 抑制物件不會於繪圖視窗中
- 抑制物件不會送到其他**Workbench**模組中用於網格分割及分析
- 抑制物件在結構樹狀視窗中前面有一个 "X"



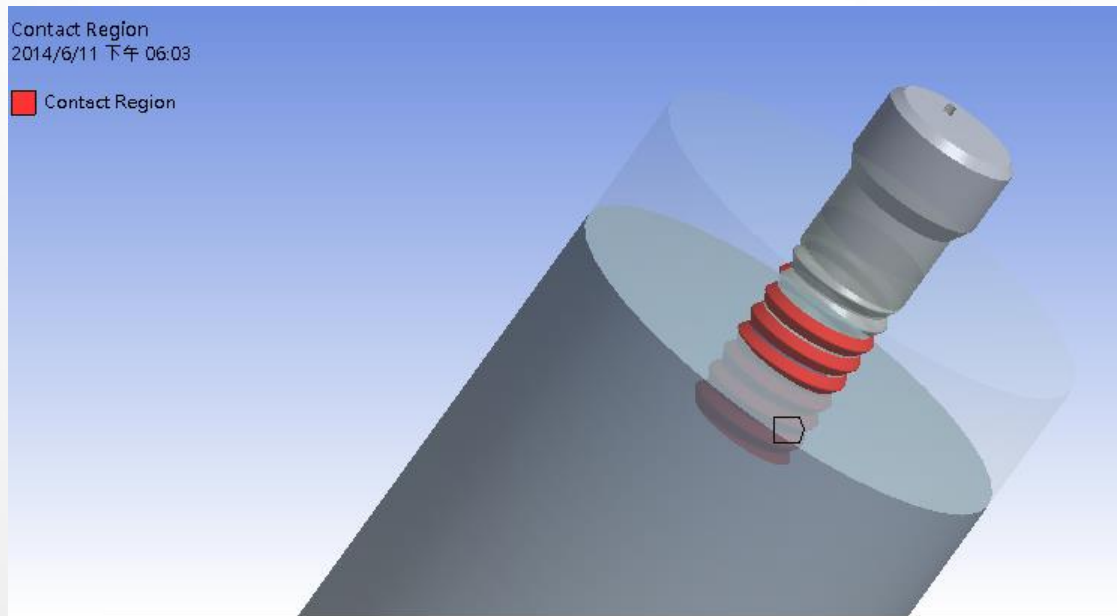
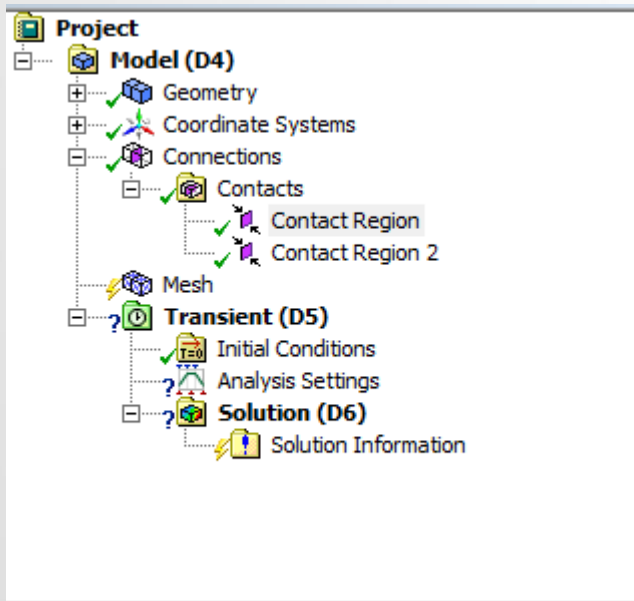
# 界面條件設定

- 模型為組合件時，若要組合件間能共用面，達到力量直接傳遞時，必須將此部份組件形成一個群組 > From New part。
- 若要組合件間能有各自的面，達到contact效果時，則不須進行此動作，模型匯入Design Simulation時軟體會自動判斷出非連續面之部份。



# 接觸(contact)非線性分析

- 於Design Simulation會偵測到非Bonded之界面，並於Connection中顯示所有之contact區域



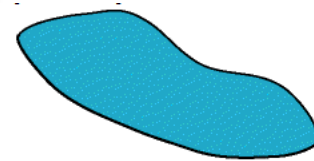
# 接觸(contact)非線性分析

- 接觸種類設定
  - Bonded
    - 預設項目，沒有相對滑動和分離，會忽略初始穿刺 (penetration)，模擬為相互連接
  - No Separation
    - 此設定類似Bonded，僅適用於3D (面) 或2D (邊) 之接觸，沒有相對分離，僅可延接觸面有些微無摩擦滑動
  - Frictionless
    - 此為單邊接觸，假設摩擦係數為0，允許相對滑動，出現分離時法向量壓力為0，法向會分離
  - Rough
    - 此設定類似frictionless，有摩擦係數，無相對滑動，法向會分離
  - Frictional
    - 有摩擦係數，有相對滑動，法向會分離

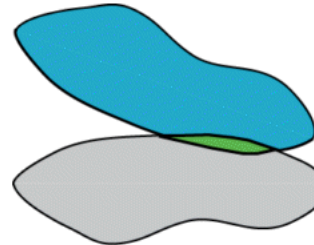
# 接觸(contact)非線性分析

- Interface treatment
  - **Offset** : 給初始調整給定一个0或非0的值
  - **Adjusted to Touch** : ANSYS把間隔調整到恰好接觸的位置

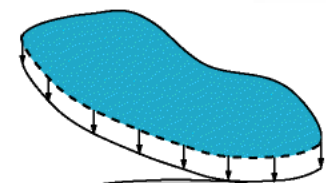
Contact	16 Faces
Target	16 Faces
Contact Bodies	Solid
Target Bodies	Solid
Definition	
Type	Frictional
<input type="checkbox"/> Friction Coefficient	0.2
Scope Mode	Automatic
Behavior	Symmetric
Suppressed	No
Advanced	
Formulation	Pure Penalty
Interface Treatment	Adjust to Touch
Normal Stiffness	Program Controlled



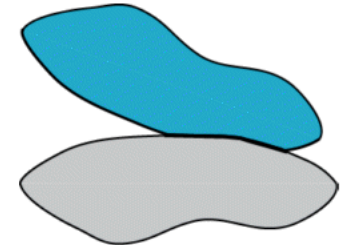
Contact pair before any **Interface Treatment**.  
*Gap exists.*



Contact pair before any **Interface Treatment**.  
*Penetration exists.*



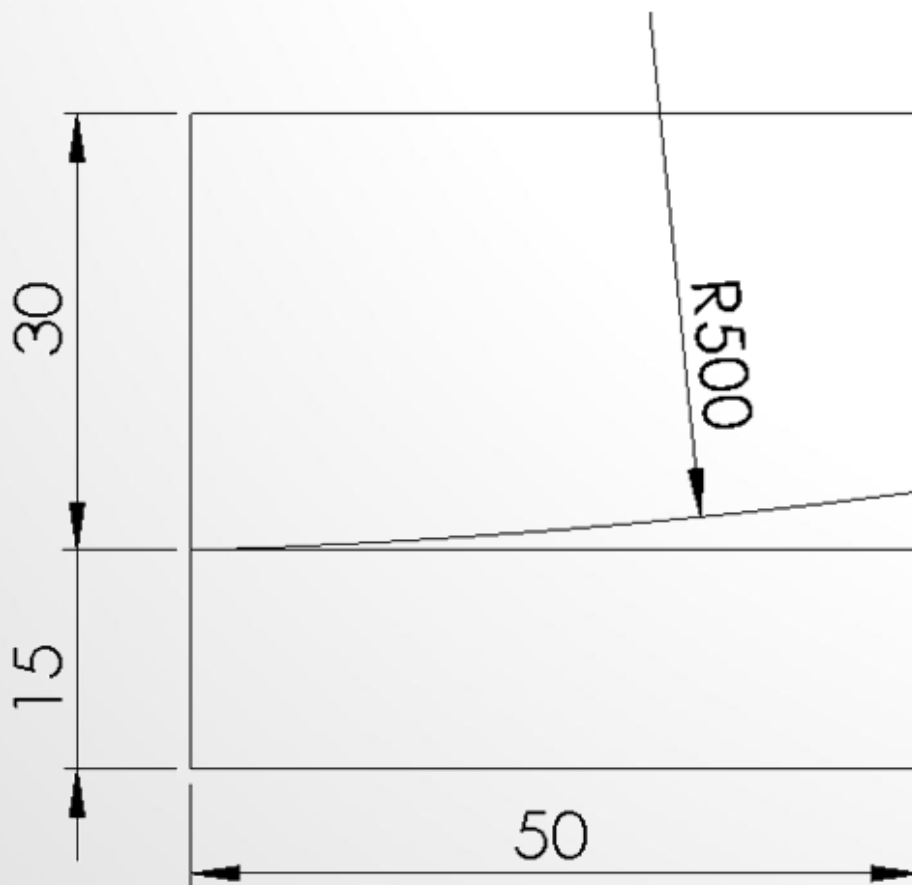
Contact pair after **Adjust to Touch** treatment.  
*Gap is closed automatically. Pair is "just touching".*



Contact pair after **Adjust to Touch** treatment.  
*Pair touches at interface.*

# Exercise 11 (Contact 1)

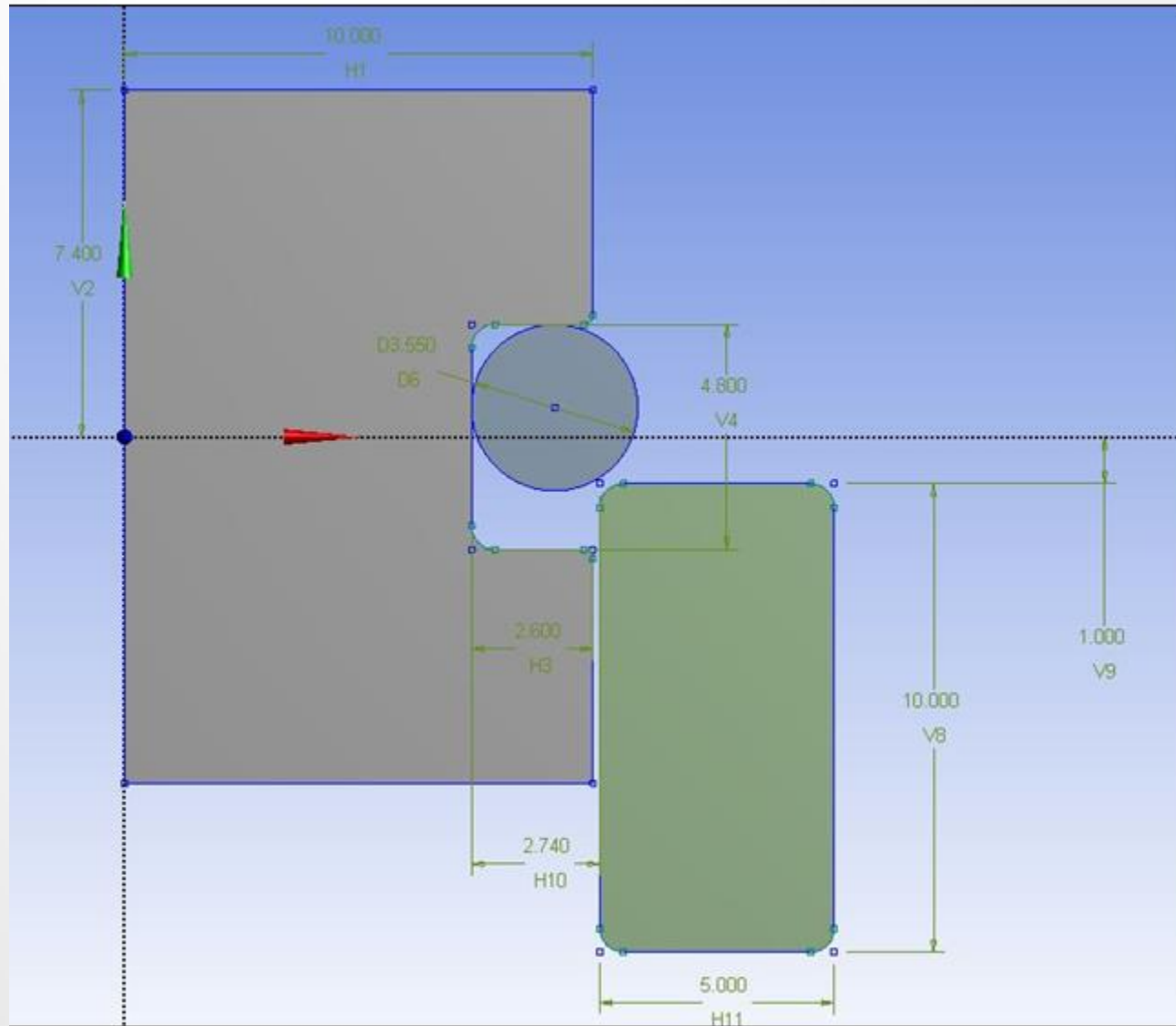
- 2D模型如圖所示，其為剛性接觸的兩物體且下端整面為固定並於上端邊線受一5MPa之壓力，請針對該模型進行接觸剛性分析。





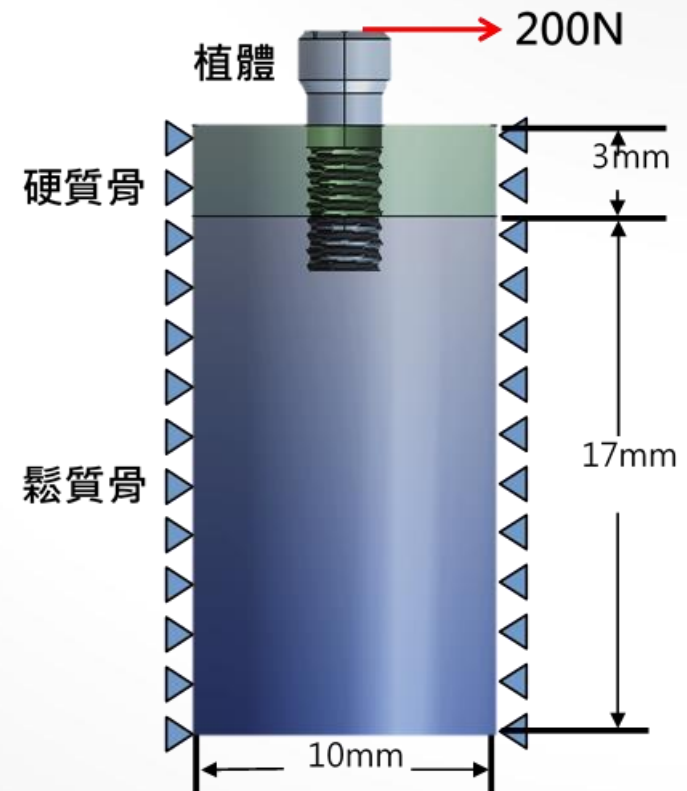
# Exercise 12 CAE- 9 (Contact 2)

- 圓形環分別與內環及外環相接處，使進行裝配過程中圓形環受力變形以達密封效果，其模型如下圖所示，故請建立一二维軸對稱模型，將內環固定並施加力於外環，其材料為剛，圓形環材料為橡膠，並以兩個負荷步驟分析三個零件之裝配過程。



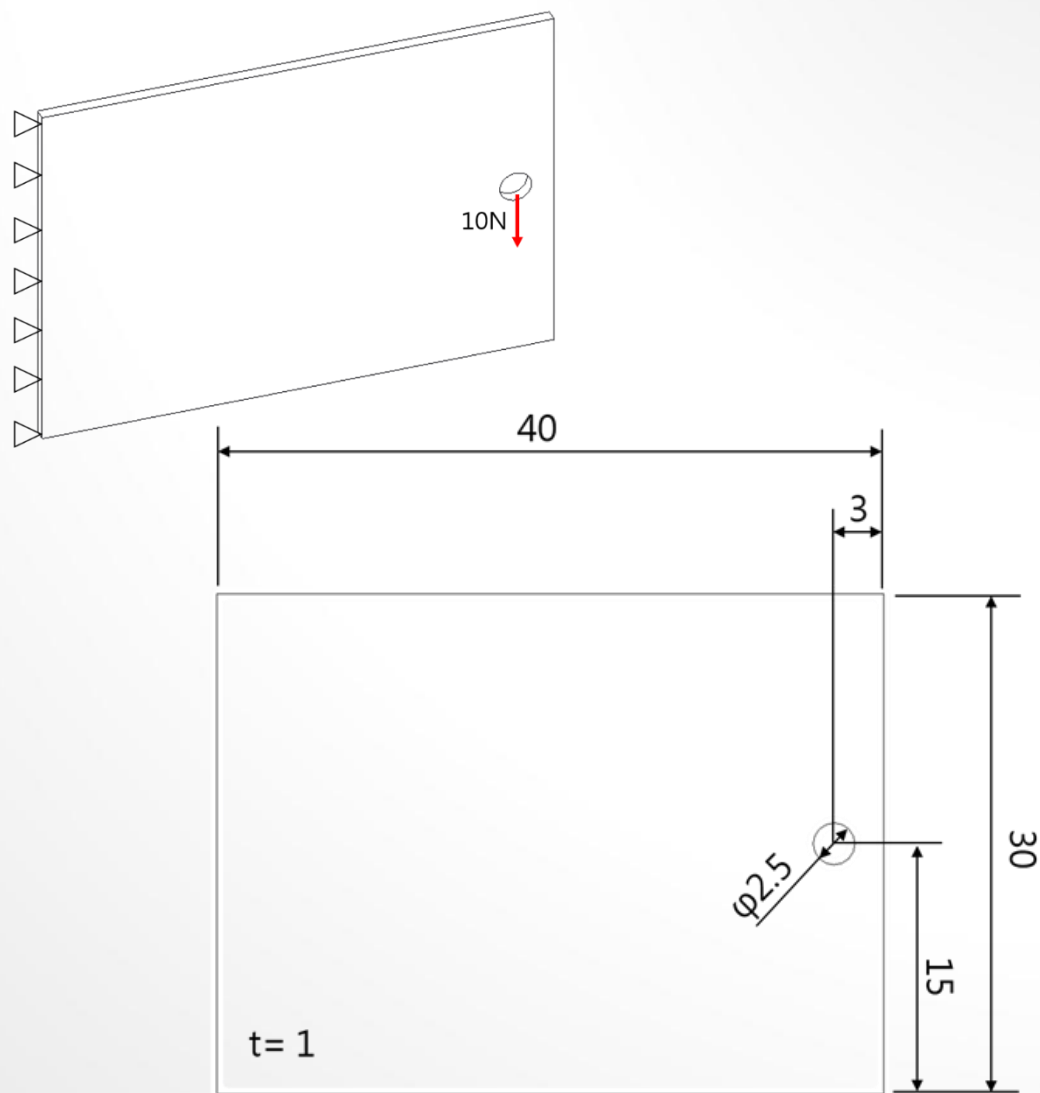
# Exercise 13 (contact 3)

- 請構出硬質骨與鬆質骨圓柱模型，尺寸如圖所示，並將外部CAD軟體建構出之植體檔(screw.iges)匯入，各材料特性硬質骨(楊氏係數=17000 MPa；蒲松比=0.3)、鬆質骨(楊氏係數=200 MPa；蒲松比=0.2)及植體(鈦合金楊氏係數=110000 MPa；蒲松比=0.33)，並施加側向力200N負載於植體頂部(已於植體頂部建構一凹點特徵)上，並設定硬質骨/鬆質骨外側自由度為0 (如下圖)。
- (1) 請將模型進行兩種網格分割(mesh)(包含粗糙網格(網格尺寸植體=0.5mm；硬質骨=0.8mm、鬆質骨=1.0mm)及精緻網格(網格尺寸植體=0.3mm；硬質骨=0.5mm、鬆質骨=0.5mm))
- (2) 請完成植體與硬質骨/鬆質骨界面未結合(unbonded)狀態之設定(模擬植體剛植入骨頭)，(3)請完成植體與硬質骨/鬆質骨界面結合(bonded)狀態之設定(模擬植體與骨頭已骨整合)，並觀察其狀態下之硬質骨最大主應變(Maximum Principal strain)及植體最大等效應力(von-Mises stress)情形。



# Exercise 14 最佳化

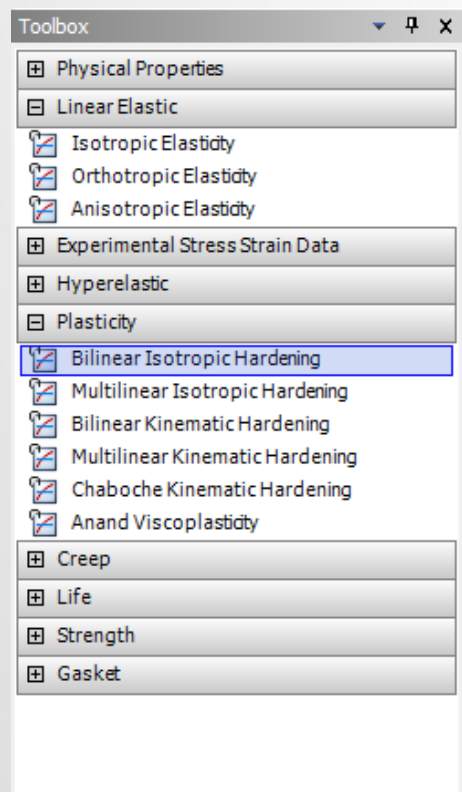
- 平板模型如圖所示，請針對該模型進行拓撲最佳化分析 (Topology analysis)，最佳化目標為平板在承受負載且不破壞情形下，減少40%體積。材料使用Structural steel，網格形式採用四面體 (Tetrahedrons)，網格尺寸為1mm，平板左側固定並於圓孔曲面上施以力量(Y方向，向下10N)。



Unit : mm

# 非線性材料模擬分析

- 殘留應力(residual stress)
  - 非線性材料設定：
    - Toolbox>Plasticity>Bilinear Isotropic Hardening



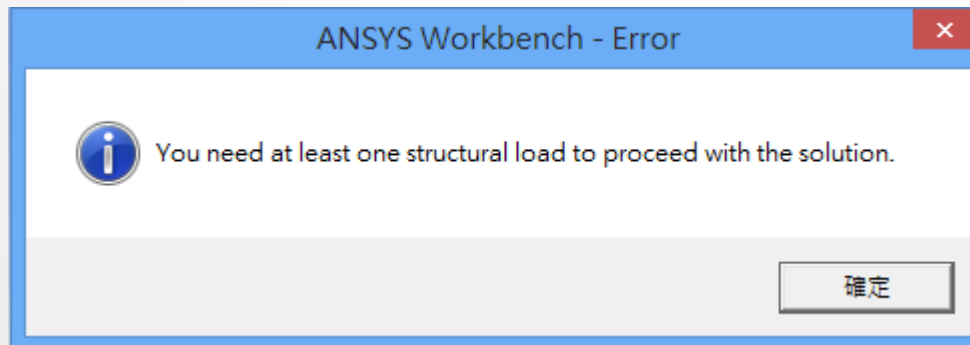
Outline of Schematic B2, C2: Engineering Data				
	A	B	C	D
1	Contents of Engineering Data		...	Description
2	Material			
3	11			
4	12			
5	Structural Steel			Fatigue Data at zero mean stress comes from 1998 ASME BPV Code, Section 8, Div 2, Table 5-110.1
6	22			
*	Click here to add a new material			

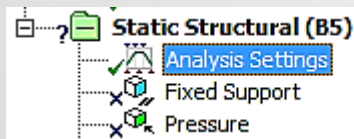
Properties of Outline Row 3: 11				
	A	B	C	D
1	Property	Value	Unit	
2	Isotropic Elasticity			
8	Bilinear Isotropic Hardening			
9	Yield Strength	80	MPa	
10	Tangent Modulus	0	MPa	

# 非線性材料模擬分析

- 求解方法：
- Workbench無法在無邊界及負載條件下進行解題



- 利用不同Step-時間點(Time)來給定負載

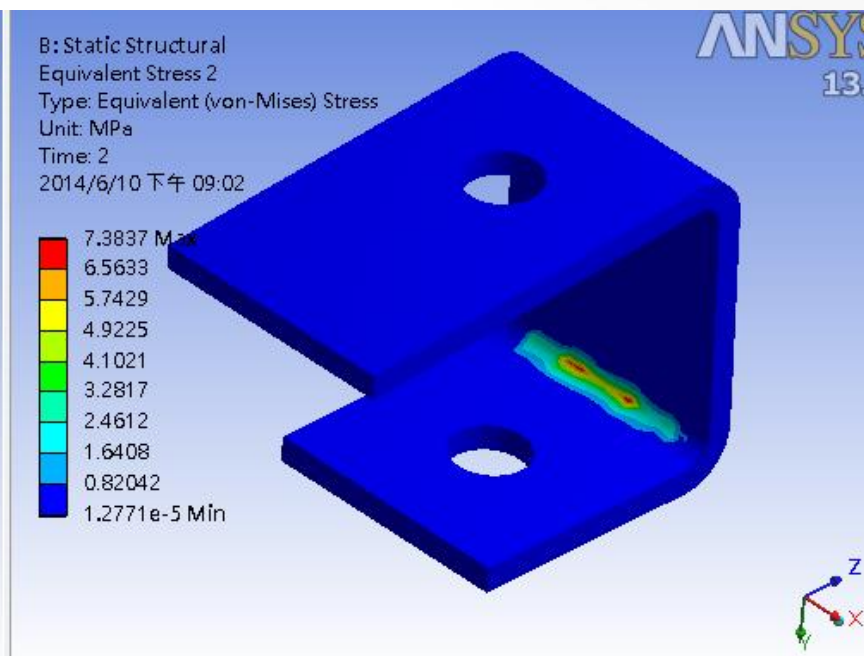
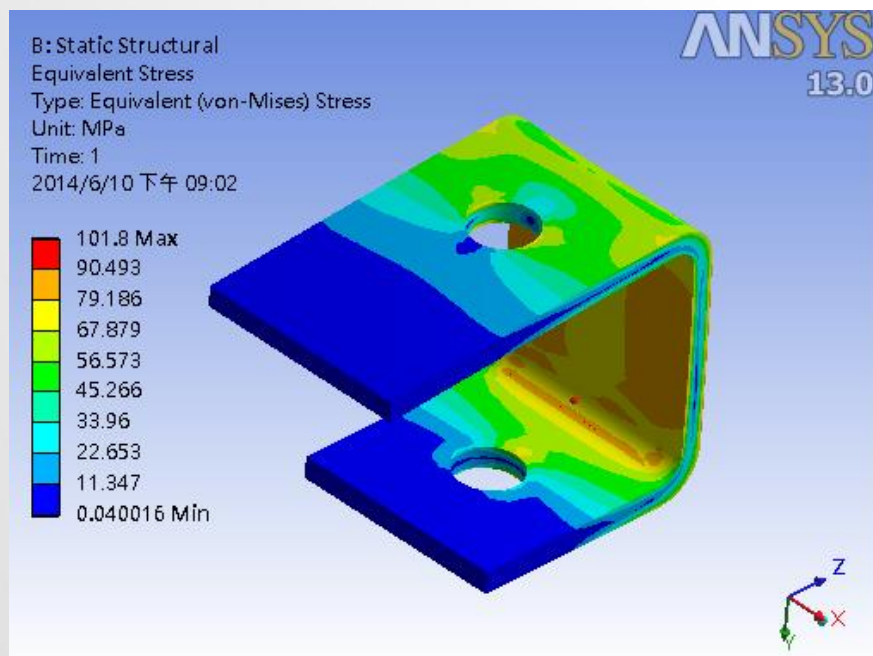


Step Controls	
Number Of Steps	2.
Current Step Number	1.
Step End Time	1. s
Auto Time Stepping	Program Controlled
Solver Controls	

Definition	
Type	Pressure
Define By	Components
Coordinate System	Global Coordinate System
X Component	Tabular Data
Y Component	Tabular Data
Z Component	Tabular Data
Suppressed	No

Tabular Data					
	Steps	Time [s]	<input checked="" type="checkbox"/> X [MPa]	<input checked="" type="checkbox"/> Y [MPa]	<input checked="" type="checkbox"/> Z [MPa]
1	1	0.	0.	0.	0.
2	1	1.	0.	0.1	0.
3	2	2.	0.	0.	0.
*					

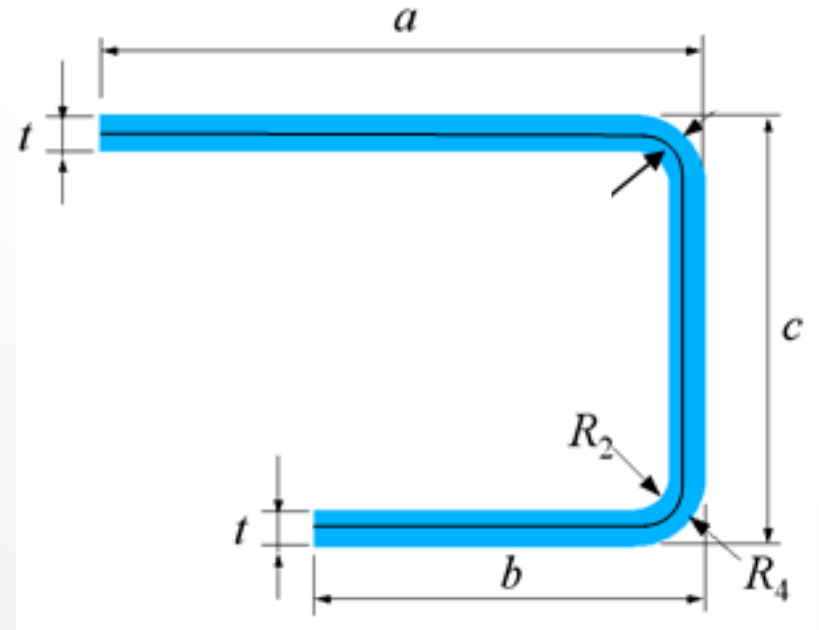
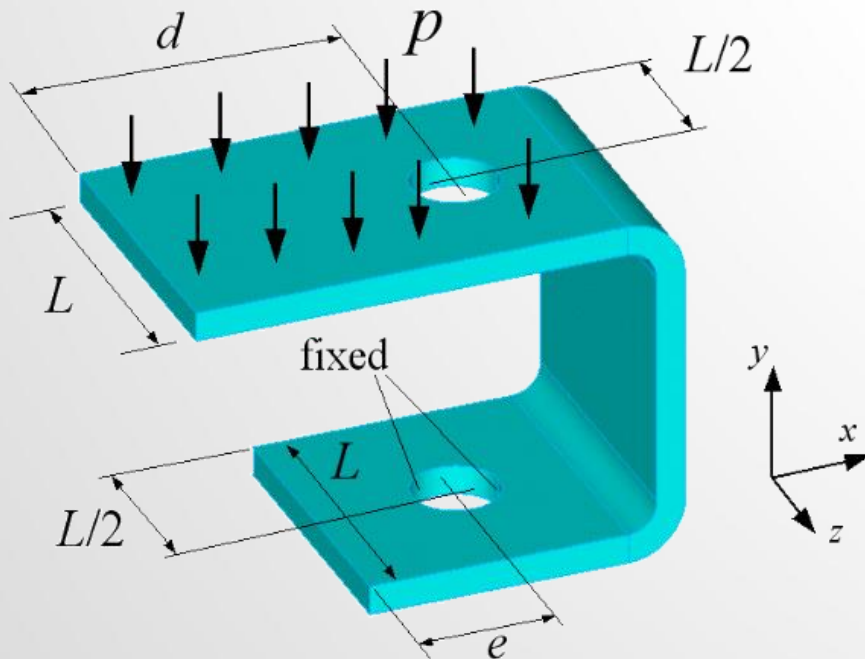
# 非線性材料模擬分析



# Exercise 15 殘留應力分析

(來源：成功大學李輝煌教授)

- 如圖為一機械元件，兩圓孔半徑均為15mm， $a=170\text{mm}$ ， $b=110\text{mm}$ ， $c=120\text{mm}$ ， $L=100\text{mm}$ ， $d=110\text{mm}$ ， $e=50\text{mm}$ ， $R_2=10\text{mm}$ ， $R_4=20\text{mm}$ 板為等厚度 $t=10\text{mm}$ 。板面受壓力 $p=0.1\text{MPa}$ ，底部圓孔為固定拘束。分析單位系統採用： $\text{mm}$ 、 $\text{N}$ 、 $\text{MPa}$ 。材料為彈塑性材料 (perfectly elastic-plastic material)，楊氏係數為 $200\text{GPa}$ ，浦松比為 $0.3$ ，降服強度 $=80\text{MPa}$ ， $\text{slope}=0$  試求出塑性區域位置及殘留應力有多大。



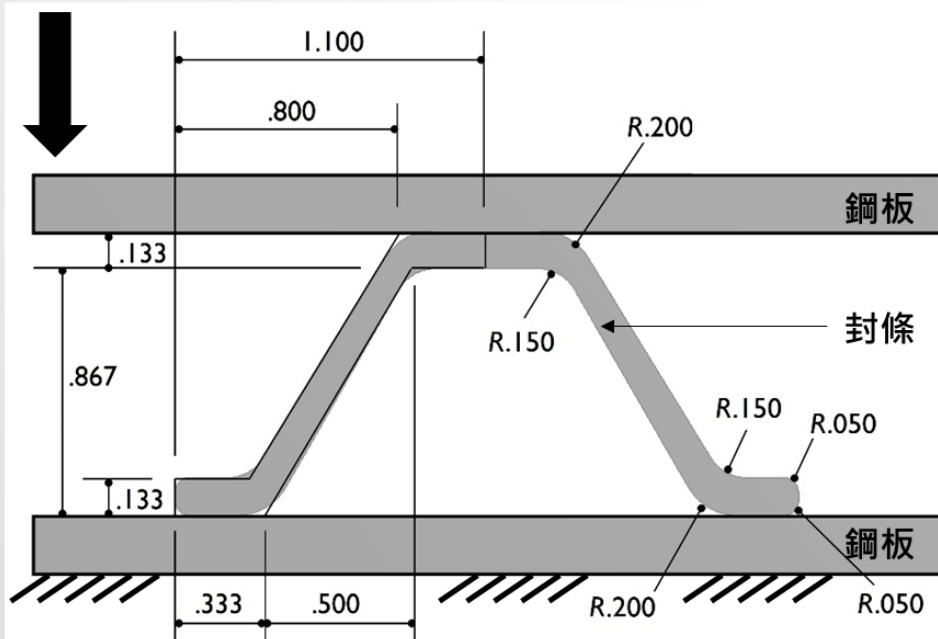


# Exercise 16 非線性材料

(來源：成功大學李輝煌教授)

如圖為一冰箱門封元件，由兩鋼板及一長條形封條組成。封條為超彈性材料，其材料特性由實驗量測得到(TESTDATA)，包含單軸/雙軸拉伸測試及剪力測試。本習題將學習如何藉由實驗數據輸入得到超彈性材料特性，並模擬封條受兩鋼板( $E=200\text{GPA}$ ,  $N=0.3$ )擠夾之力學行為。此次將以2D進行模型建構，並以PLANE STRAIN進行模擬後觀察其最大主應力(變)/最小主應力(變)/剪應力(變)。

位移0.85"



單位：inch

