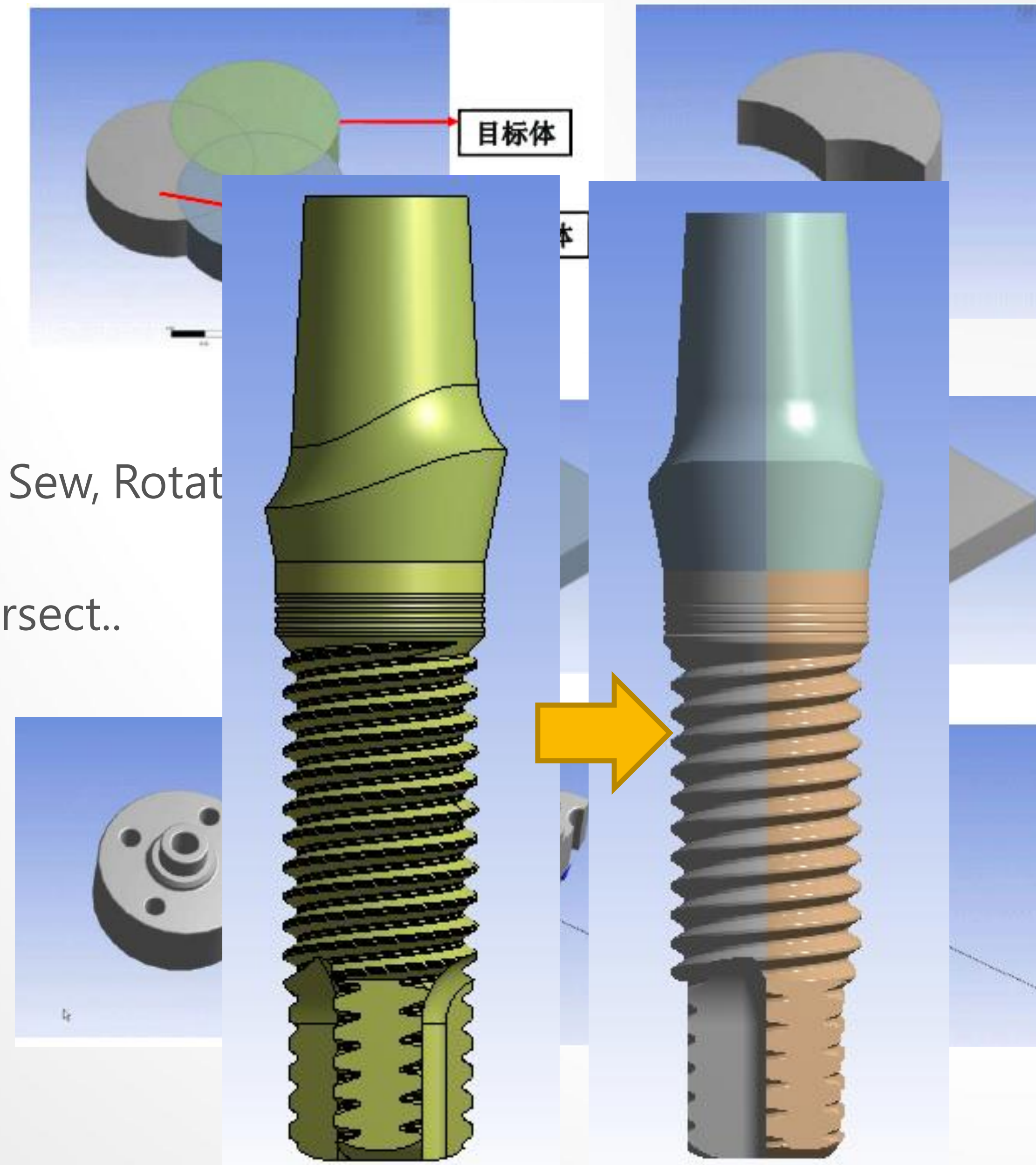
電腦輔助工程分析
ANSYS WORKBENCH 2

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, Rotat
  - Boolean
    - Unite, Subtract, Intersect..
  - Slice
    - By plane, By face, …
- Tool
  - Symmetry
  - Merge
  - …

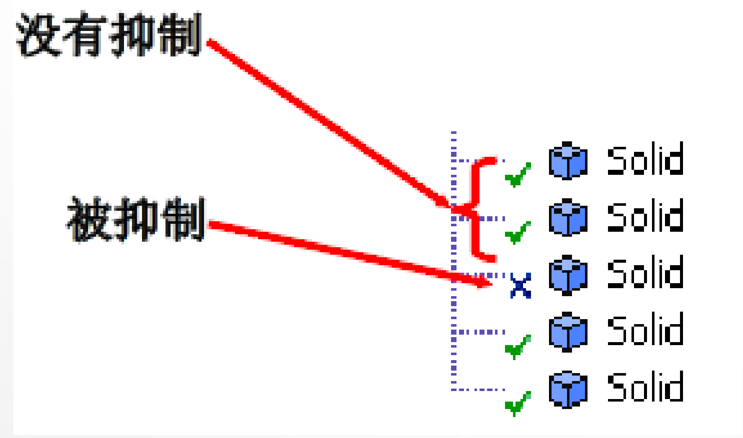


Slice

體積運算功能亦比ANSYS佳

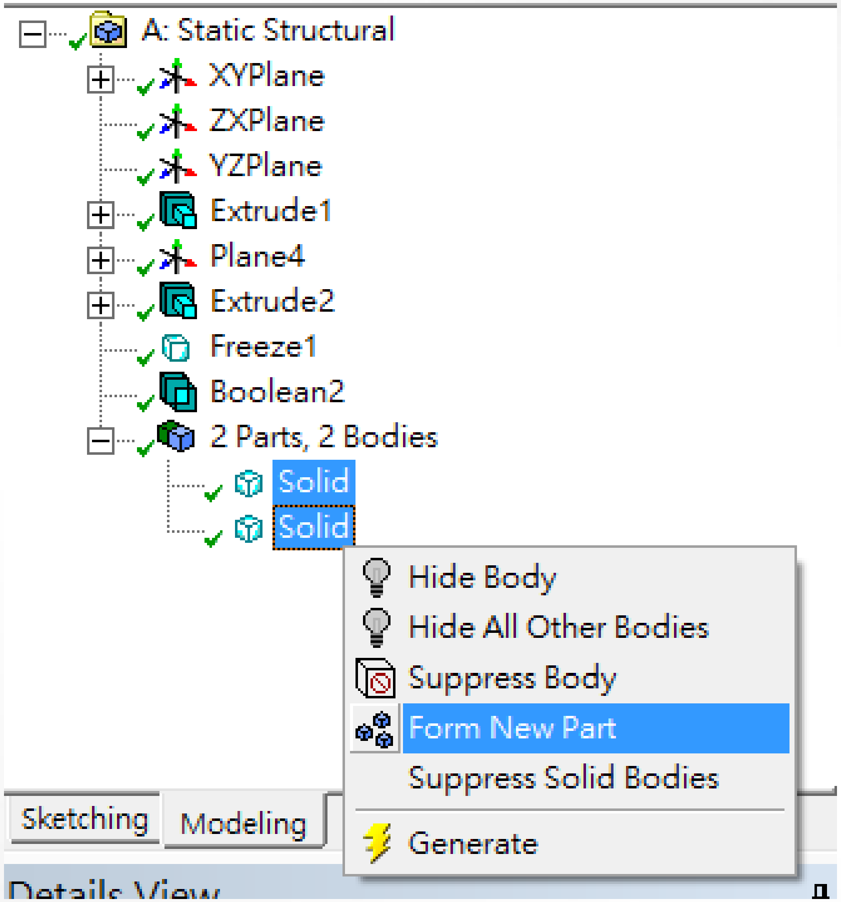
物件抑制（Suppress）

- 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”



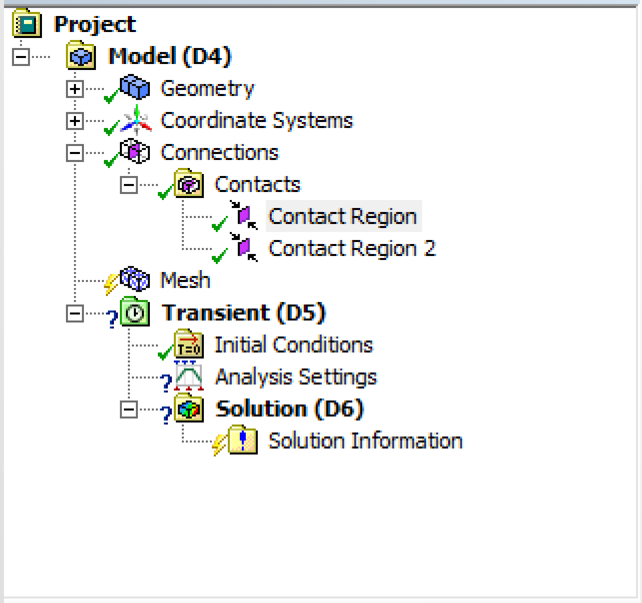
界面條件設定

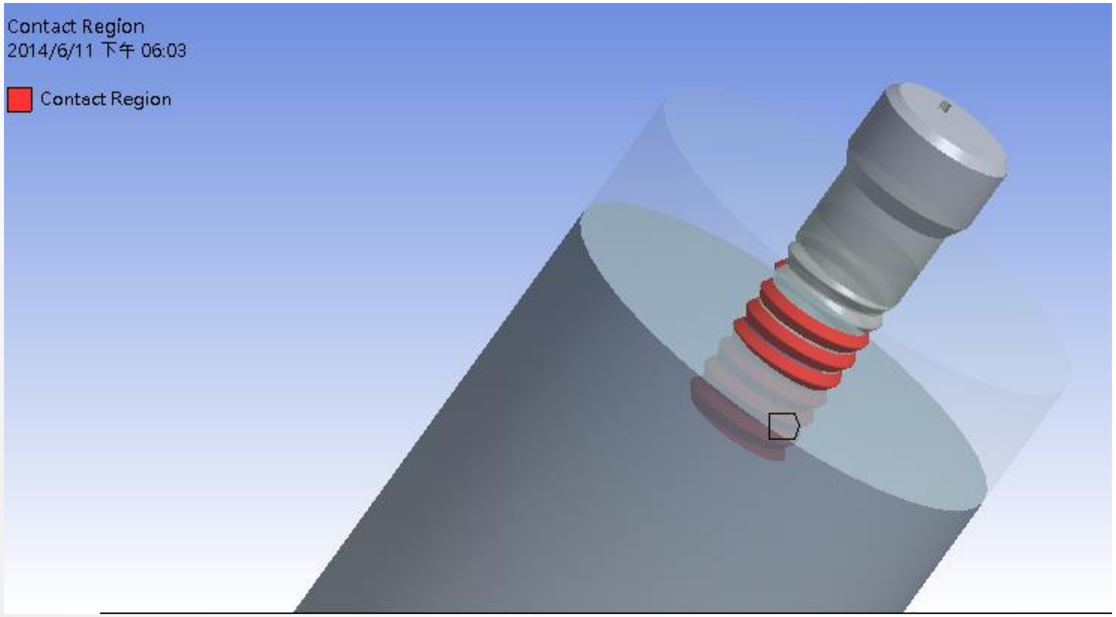
- 模型為組合件時，若要組合件間能共用面，達到力量直接傳遞時，必須將此部份組件形成一個群組>From New part。
- 若要組合件間能有各自的面，達到contact效果時，則不須進行此動作，模型匯入Design Simulation時軟體會自動判斷出非連續面之部份。



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





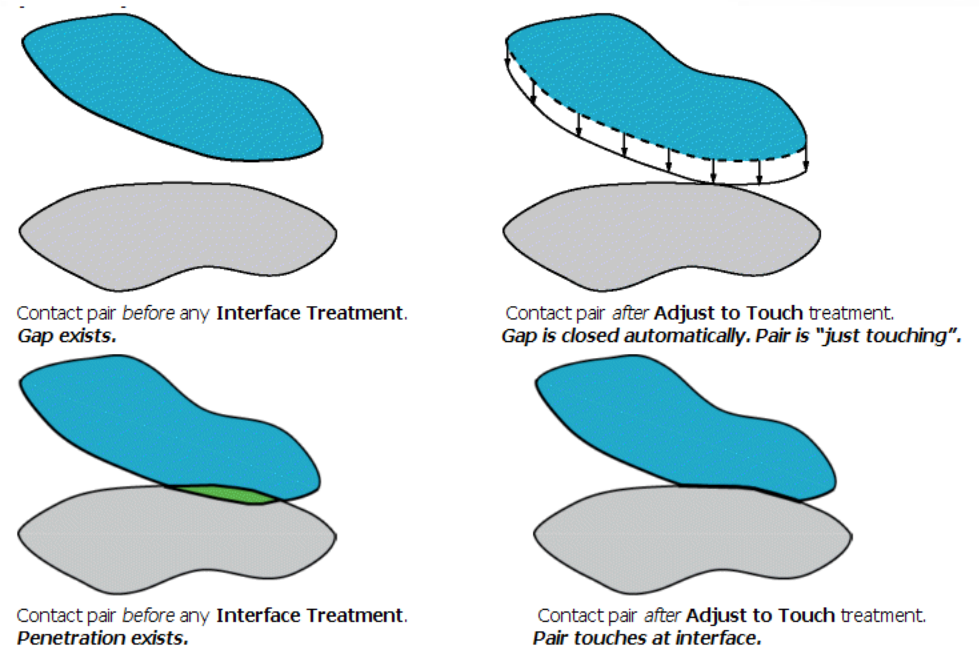
接觸(contact)非線性分析

- 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**：给初始調整給定一个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
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.***

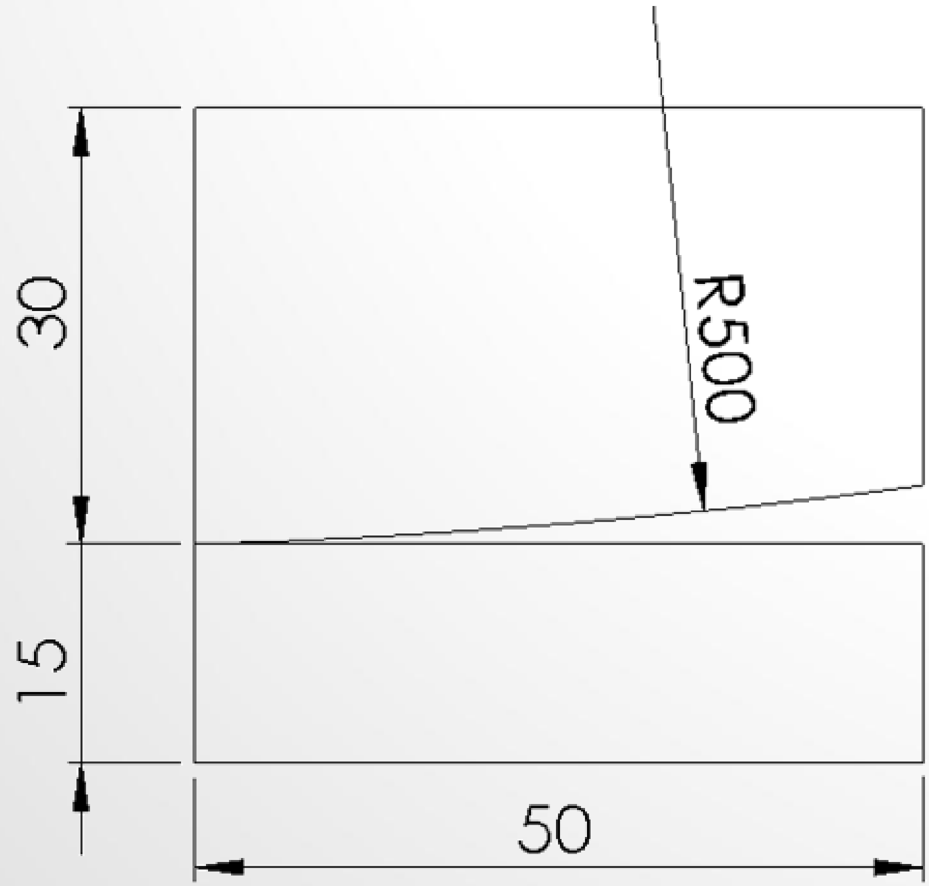
Contact pair *after* **Adjust to Touch** treatment. ***Gap is closed automatically. Pair is "just touching".***

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

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

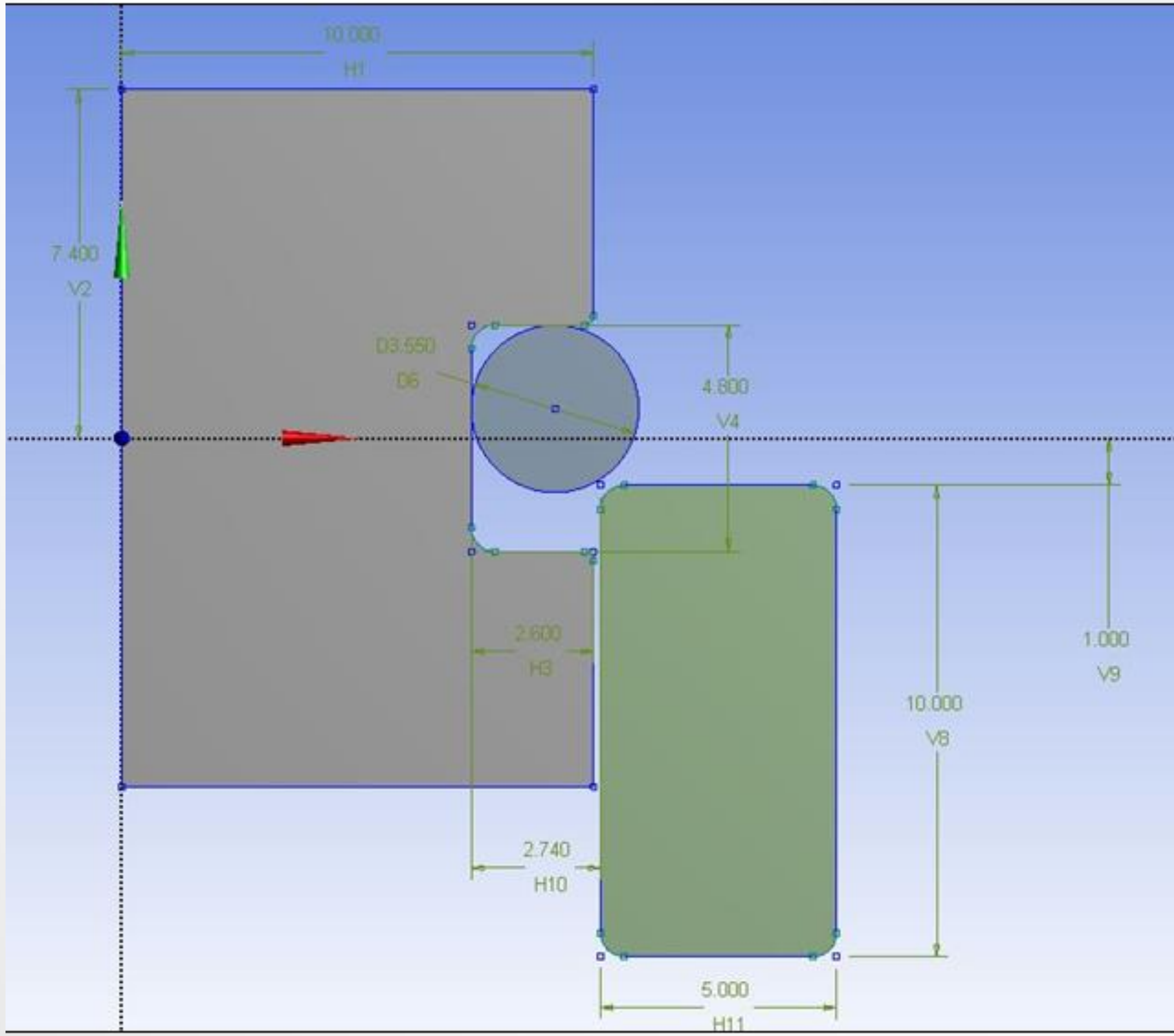
Exercise 15 CAE- 8 (Contact 1)

- 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。



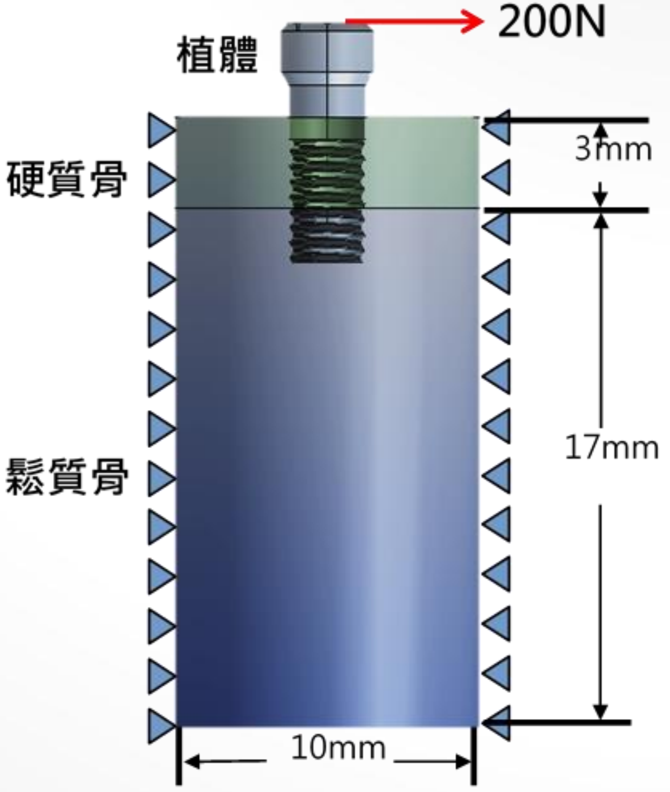
Exercise 16 CAE- 9 (Contact 2)

- 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，故請建立一二維軸對稱模型，將內環固定並施加力於外環，其中內環及外環材料為剛，圓形環材料為橡膠，並以兩個負荷步驟來分析三個零件之裝配過程。



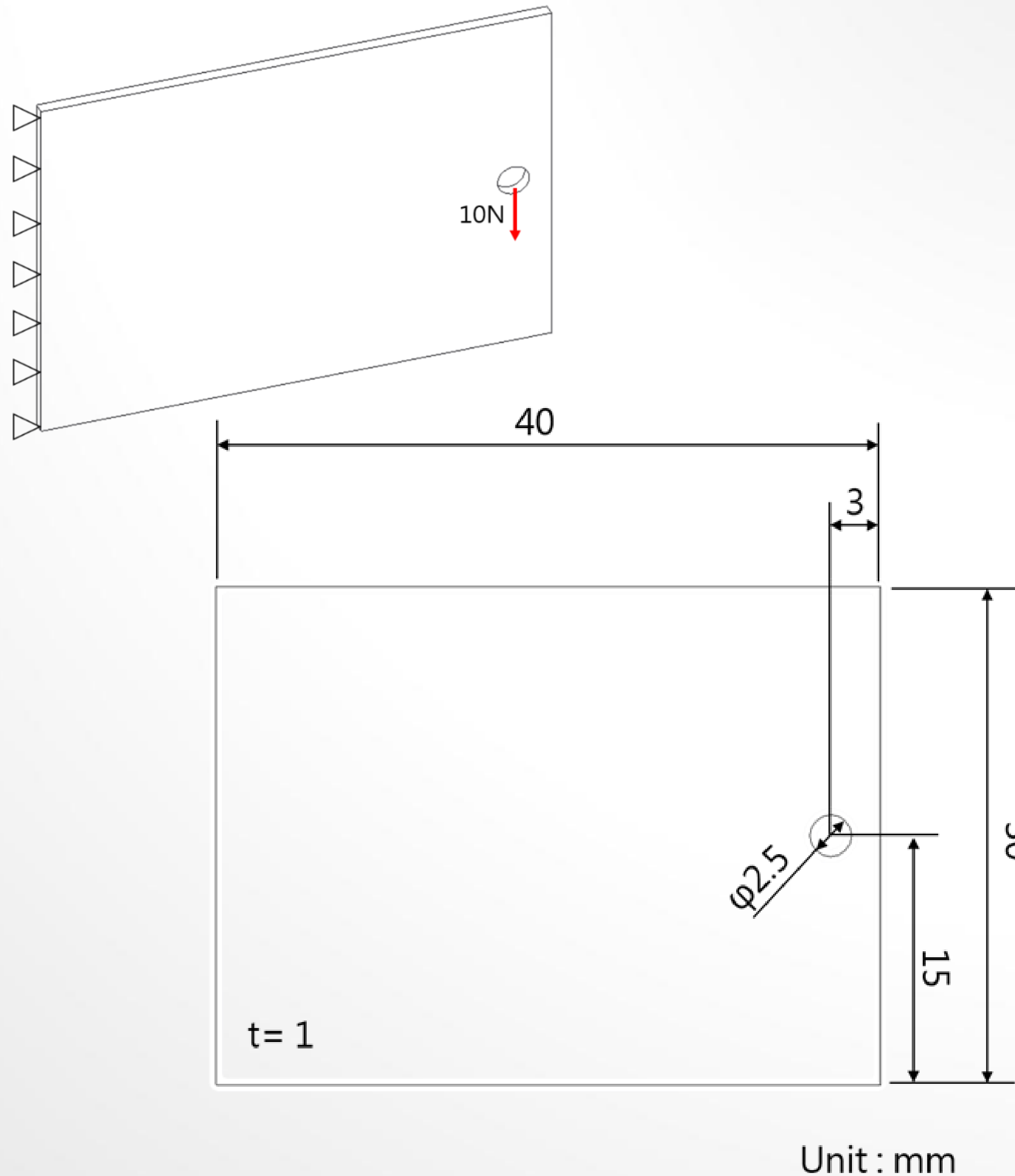
Exercise 17 CAE- 10 (contact 3)

- 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。



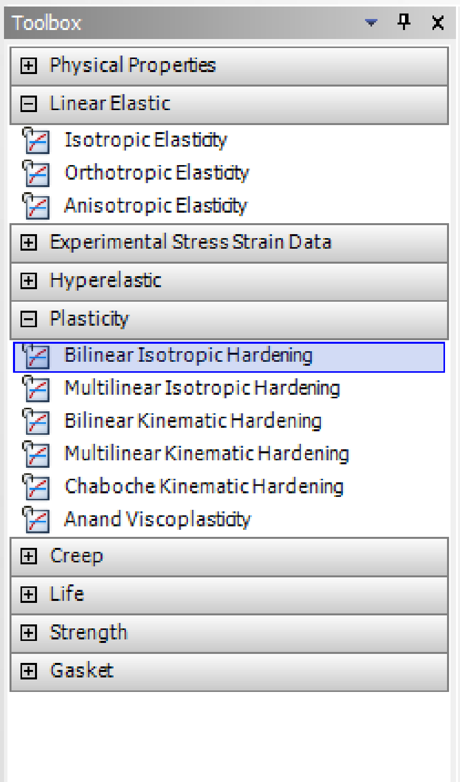
Exercise 18 CAE- 11 最佳化

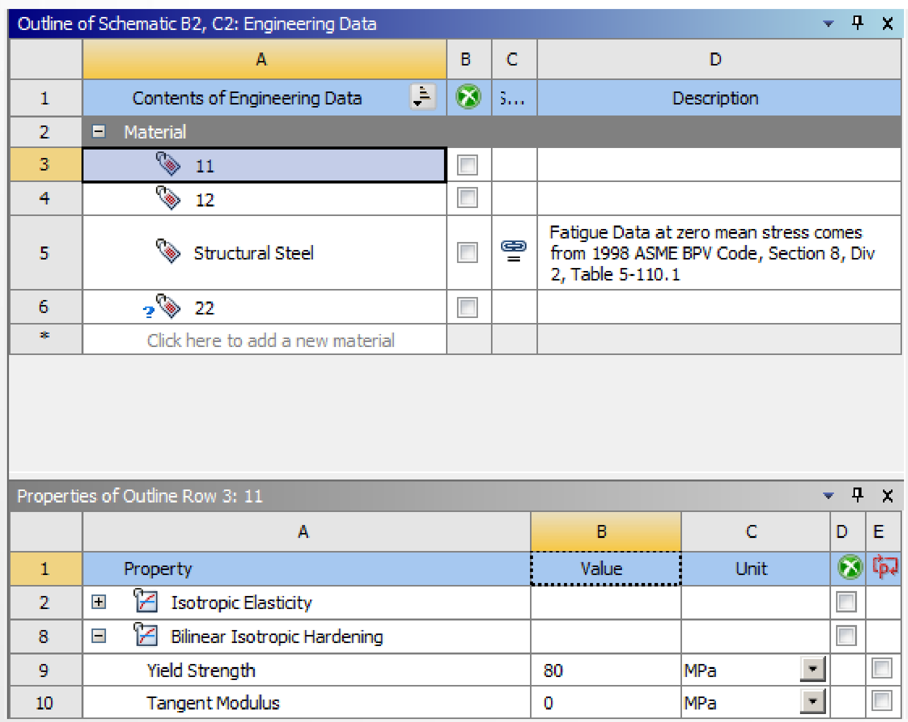
- 平板模型如圖所示，請針對該模型進行拓撲最佳化分析(Topology analysis)，最佳化目標為平板在承受負載且不破壞情形下，減少40%體積。材料使用Structural steel，網格形式採用四面體(Tetrahedrons)，網格尺寸為1mm，平板左側固定並於圓孔曲面上施以力量(Y方向，向下10N)。



非線性材料模擬分析

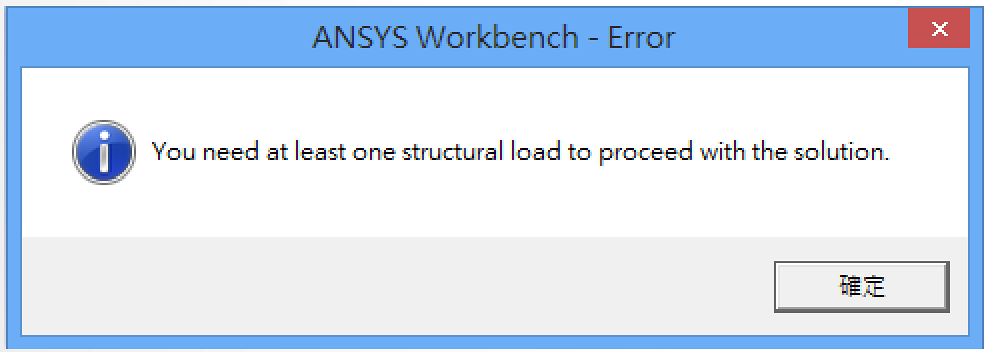
- 殘留應力(residual stress)
  - 非線性材料設定：
    - Toolbox>Plasticity>Bilinear Isotropic Hardening



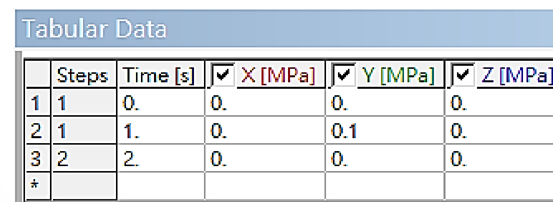


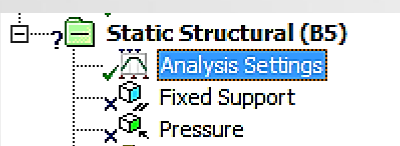
非線性材料模擬分析

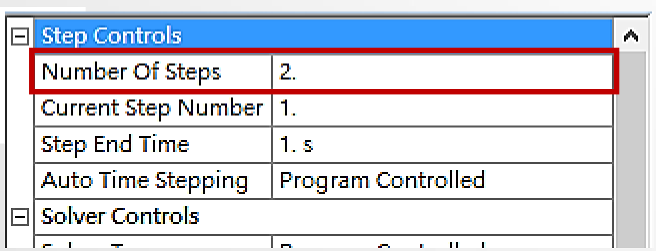
- 求解方法：
  - Workbench無法在無邊界及負載條件下進行解題

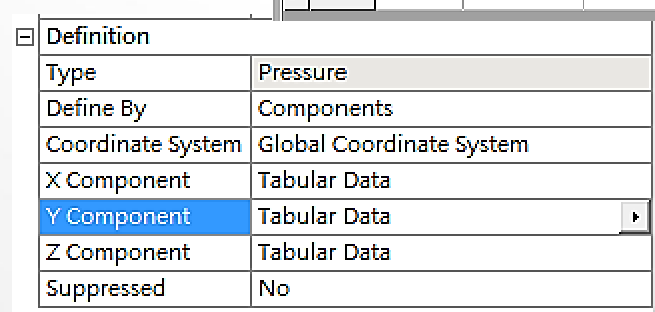


  - 利用不同Step-時間點(Time)來給定負載

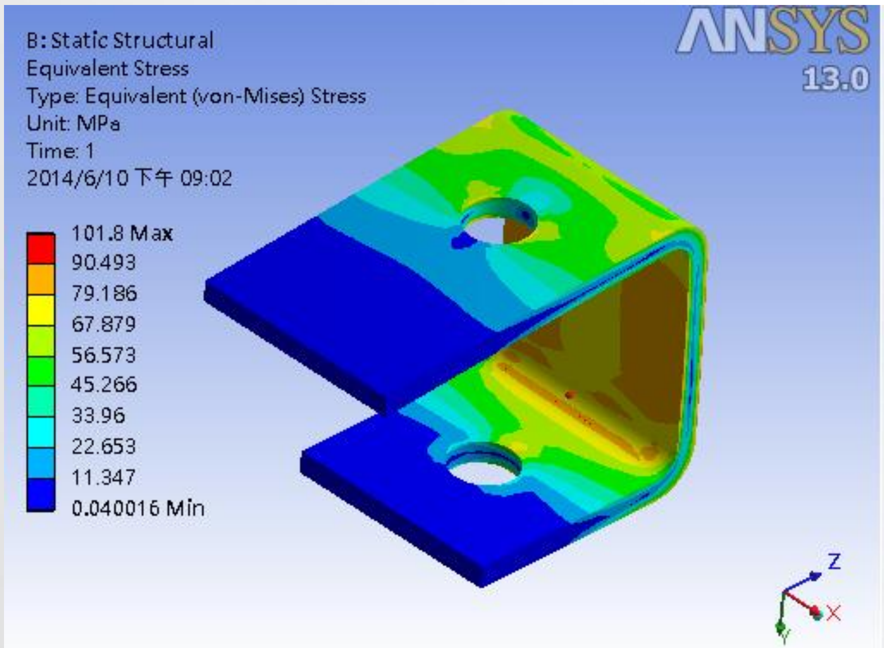




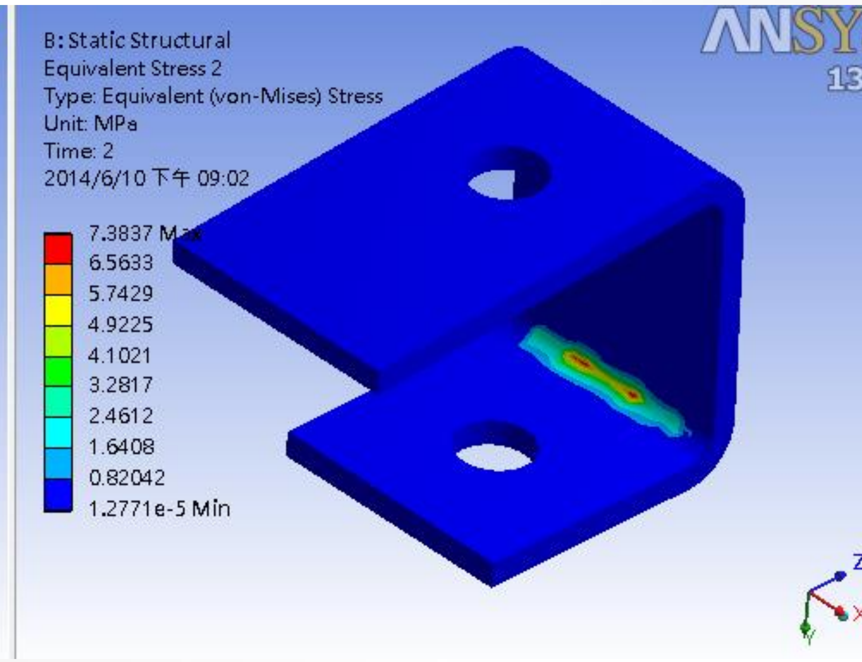




非線性材料模擬分析



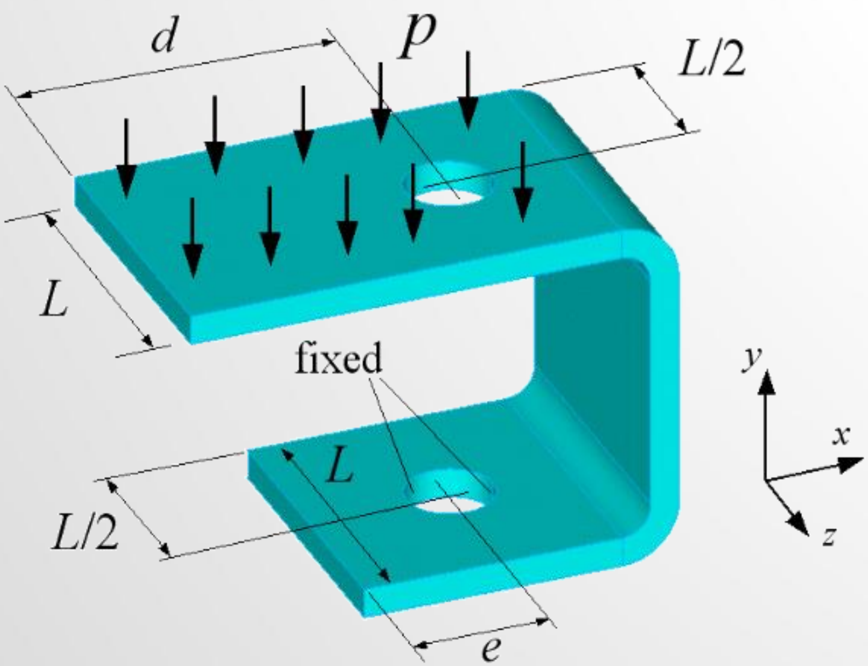
Time = 1

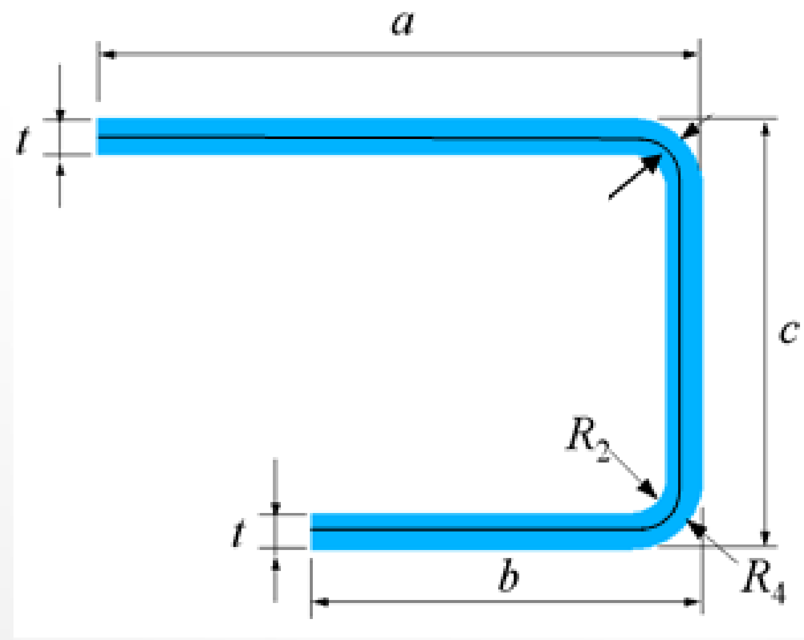


Time = 2

Exercise 19 CAE- 12-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=170mm，b=110mm，c=120mm，L=100mm，d=110mm，e=50mm，R2=10mm，R4=20MM板為等厚度t=10mm。板面受壓力p=0.1MPa，底部圓孔為固定拘束。分析單位系統採用：mm、N、MPa。材料為彈塑性材料(perfectly elastic-plastic material)，楊氏係數為200GPa，浦松比為0.3，降服強度 = 80MPa，slope=0 試求出塑性區域位置及殘留應力有多大。

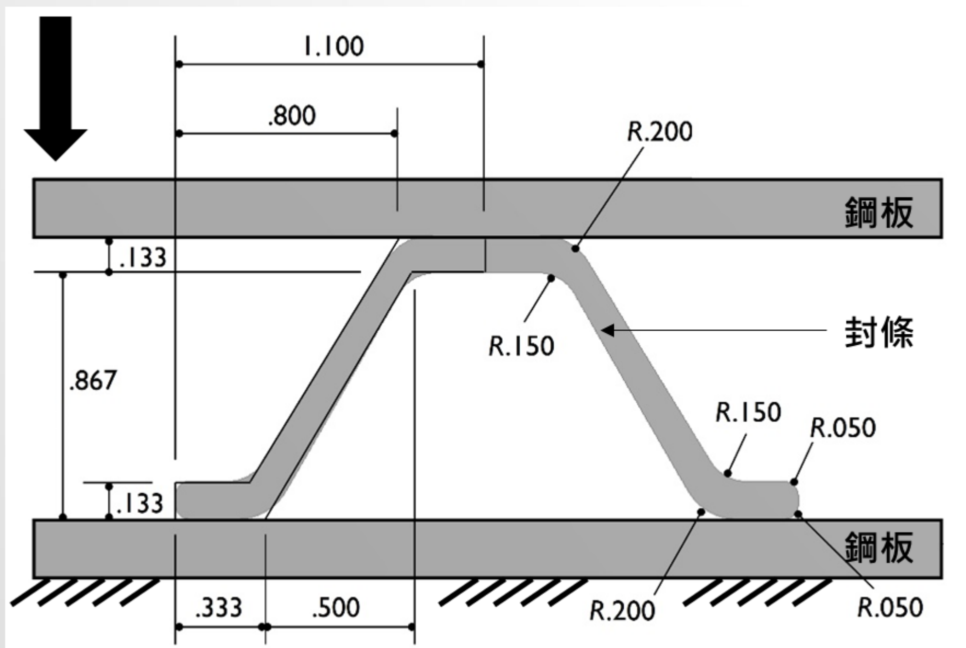




Exercise 20 CAE- 13-非線性材料
(來源：成功大學李輝煌教授)

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=200GPA, 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