

國立交通大學  
精密與自動化碩士在職專班

有限元素法在工程上之應用期末專案報告

研究題目: DV吊帶環結構強度分析

授課老師:陳申岳 教授

組長:楊盛雄 9469526

組員:彭星雲 9469503 葉耀琮 9469510

謝建德 9469518 呂財能 9469521

日期:2006.06.23

# 目錄

一. 摘要	1
二. 任務及工作分配	2
三. 分析內容摘要	3
四. 實驗理論基礎及條件設定說明	4
五. 實驗過程流程圖說明	5
六. 實驗模擬過程與結論分析	6~23
七. 實驗研究結果	23



## 一、前言：

本產品係以 **3C** 數位產品類別的 **DV** 掌上數位機，因從人因介面使用考量所以在 **DV** 腰帶環結構設計上必須輕巧簡單以符合使用者需求及保有 **ID** 完整的外觀設計。但在結構部份而言，配掛方式屬於隨時使用，包括行進間與腰掛方式。

**END USER** 會因使用情境不同而產生不同的應力及表面磨耗，待長時間的累積後，便會產生某種潛在形變及破壞；我們將這些可預知的因素，透過一些軟體來作分析，從建模到 **Mesh** 到各軸向應力應變分析，可以模擬到可能的破壞產生原因及應力集中位置。眾所周知軟體的功能及分析會因物體的形狀大小體積質量等等，因素所影響...而有所不同。

此次實驗將使用課堂所研習的 **FEA** 軟體 **Ansys** 做模擬並以現行的產品來作進一步的測試及分析比較；我們將進行新設計與舊設計兩種型態的模擬分析，並比對數值的誤差比例，達到產品設計改善為我們此研究的目的。

## 二、任務及工作分配:

工作內容	負責人員
1. 目前結構現況分析	謝建德、楊盛雄
2. 材料特性定義與 <b>element</b> 的選用	葉耀琮、彭星雲、呂財能
3. 實體 <b>3D</b> 建模與規劃	謝建德、呂財能
4. <b>Mesh</b> 網格處理與分割	謝建德、彭星雲
5. 後段處理與整合實驗數據	楊盛雄、葉耀琮
6. 設計改善討論及報告製作	全員

### 三、分析內容摘要:

1. 現況概述與改善比對說明，並提出對策與改良方法。

#### 改善前:

原 DV 吊帶環舊有的結構為單薄橫向肋的結構設計，如圖(一)所示。

優點:有利側向穿配吊帶繩固定。

缺點:長期應變下會發生破損的情況。

#### 改善後:

修改後之 DV 吊帶環結構為縱向肋的結構設計，如圖(二)所示。

優點:加強結構的強度，將延長應變與潛變的不安定作用。

缺點:於縱向穿配吊帶繩時，可能不易組裝。



圖一 與整體實配修改前



圖二 與整體實配修改後

2. 實際抗拉說明與改善對策

#### 抗拉說明

DV 吊帶環舊的設計，在消費者正常使用之下無法承受 **5kg** 的拉力，而斷裂。

#### 改善對策

為了改善此缺失我們從新設計補強吊帶環(如圖二)，使其能承受 **5kg** 的拉力。

#### 四、實驗理論基礎及條件設定說明：

依序將 **3D** 網格完成後，會選別 **Element Type-Solid 45/Solid 95** 作分析比對。最終可得結果狀態：

結果一 **Nodal Solution : DOF Solution/ Displacement vector sum** --可得變形

模態圖

結果二 **Nodal Solution : Stress/Von Mises Stress**--可得 **SEQV** 模態圖

結果三 **PlotCtrls : Device options/Vector mode**--可得模擬結果線性結構圖

模擬的材料常數及應力單位設定：

使用材料：為 **ABS** 防火等級/一般級。

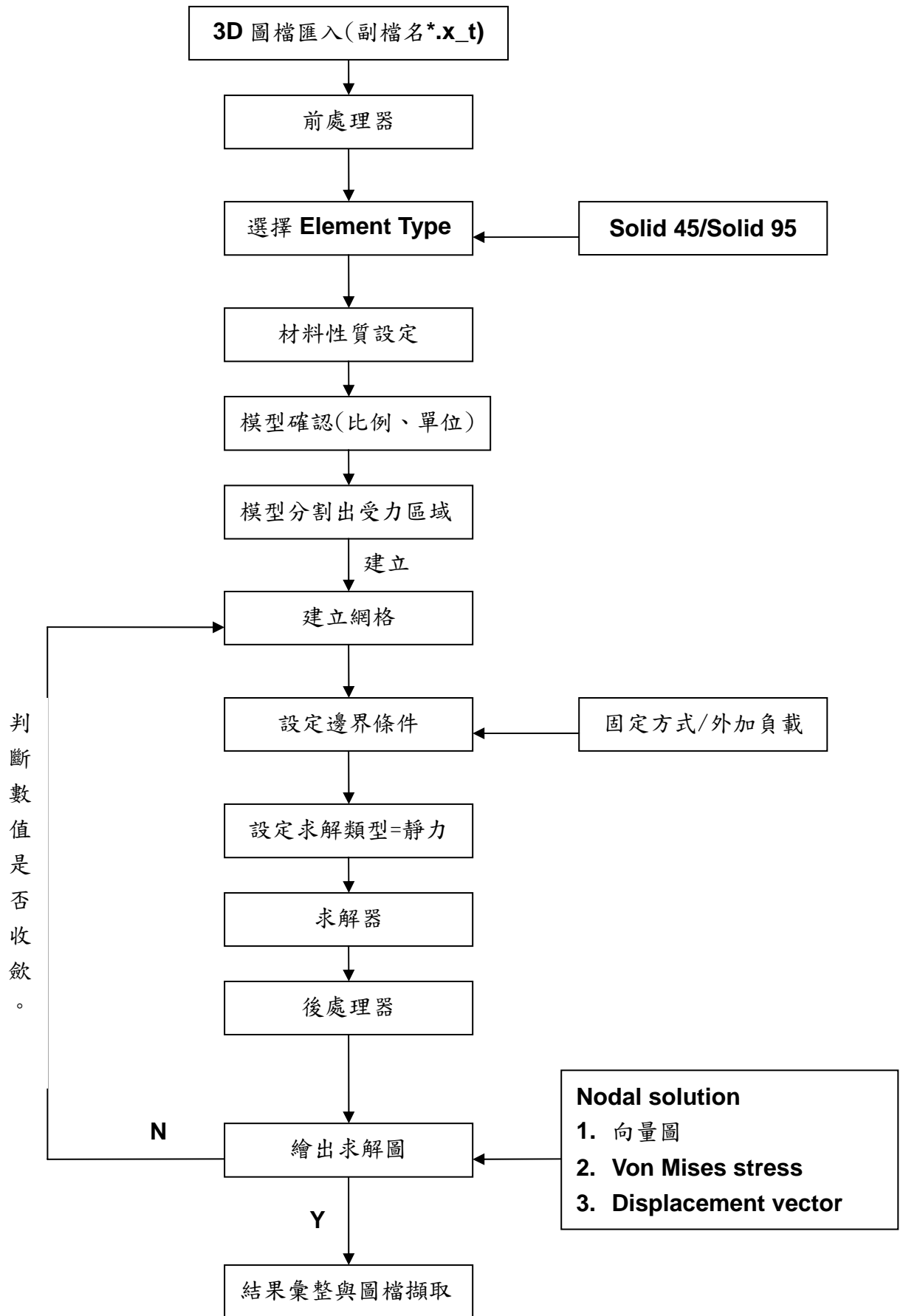
實驗單位： 力:**N**(牛頓)                      長度:**M** 公尺

實驗參數： 楊氏係數=**2 GPa**              蒲松比=**0.394**

軟體操作過程相關注意事項：

1. 單位的一致性。
2. 判定應力集中是否正常。
3. 檢查反作用是否相等。

## 五、實驗過程流程圖說明：

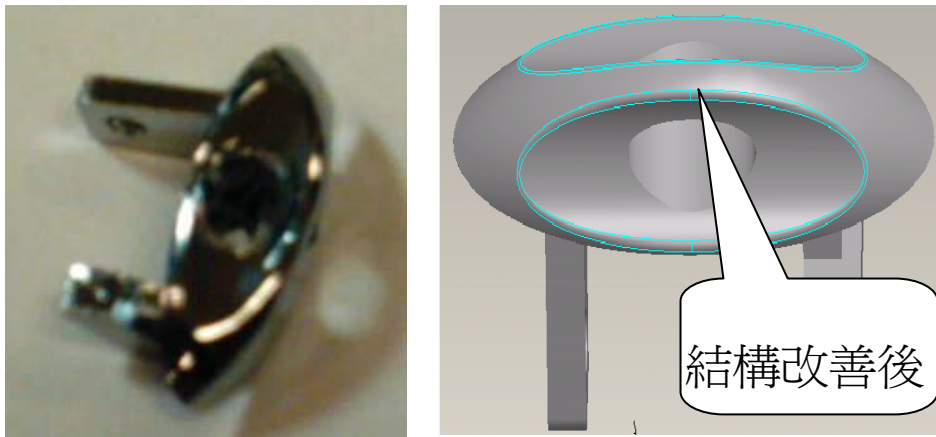


## 六、實驗模擬過程與結論分析：

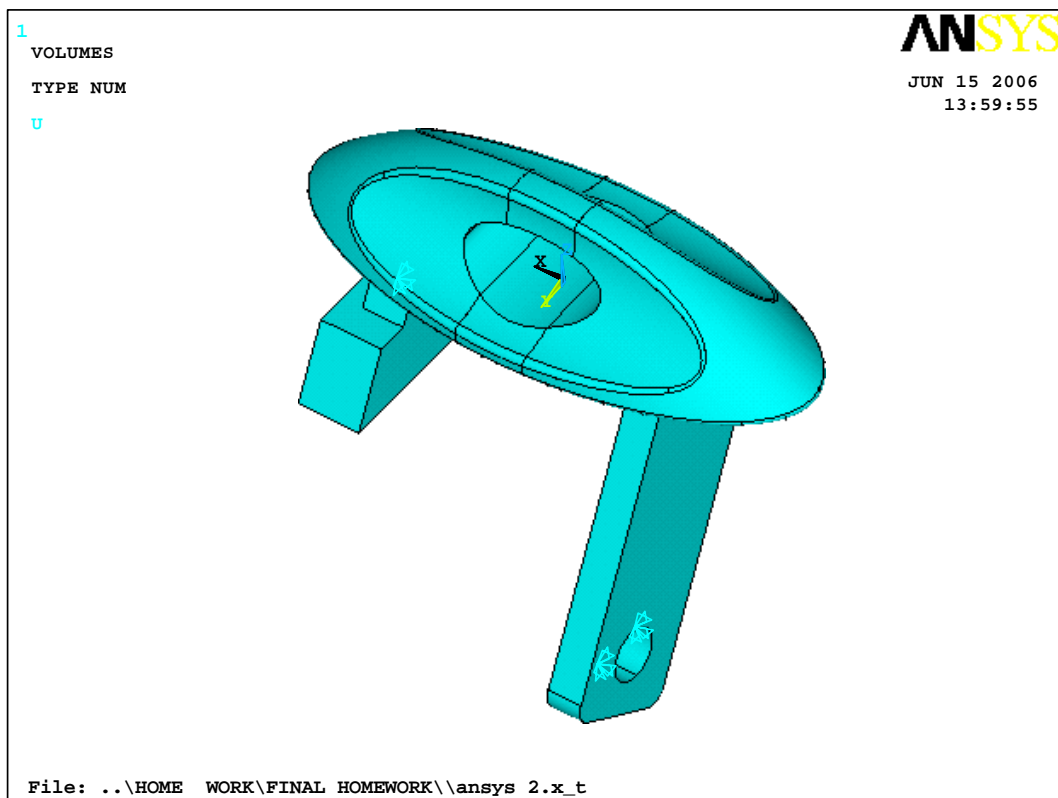


## 新設計-實驗內容:

1.將新設計零件透過 3D 軟體繪製而成後，轉換可判讀的格式套用於 **Ansys** 軟體中。(如圖一/圖二所示)

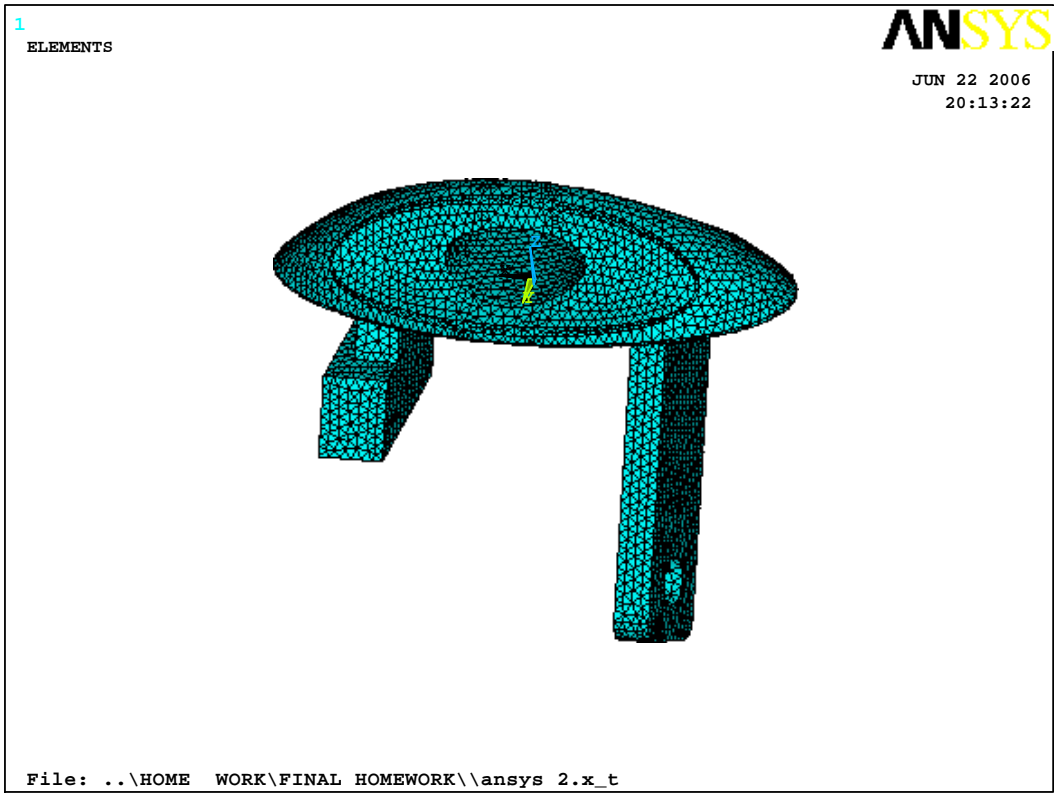


圖一 實物與 3D 模型現況

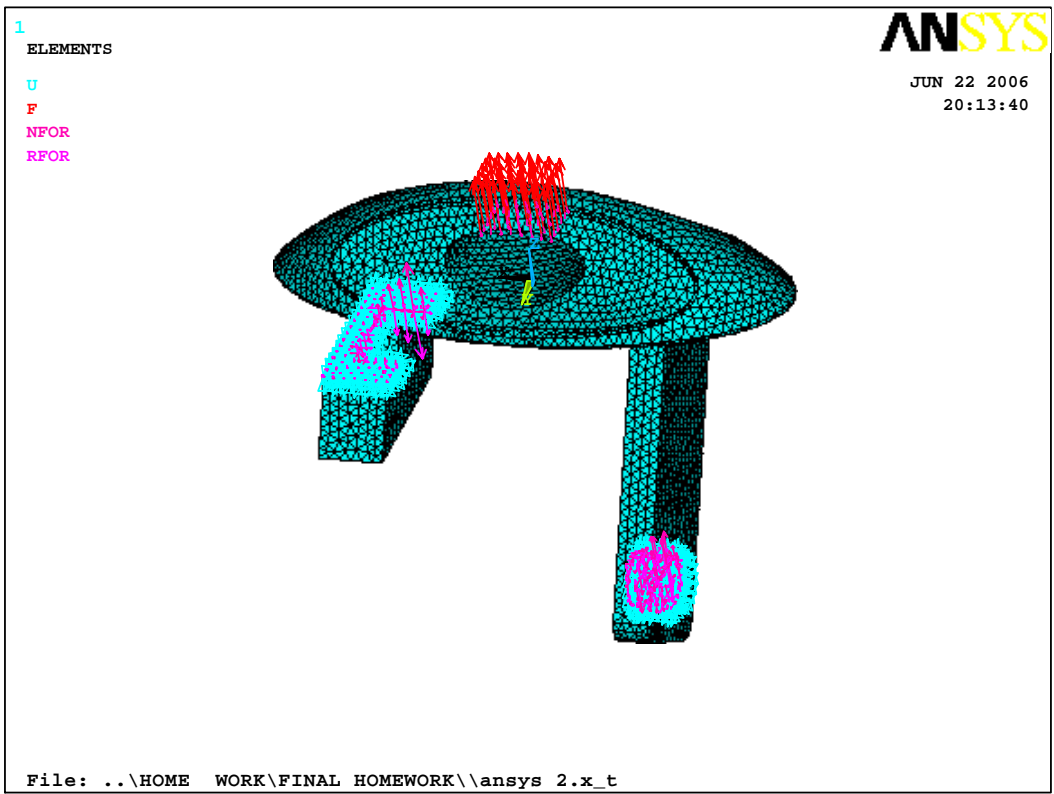


圖二 轉入 Ansys 後的 3D 模型現況

2.建立網格圖，並將外加負載設定在內孔上緣處(如圖三,圖四所示)。

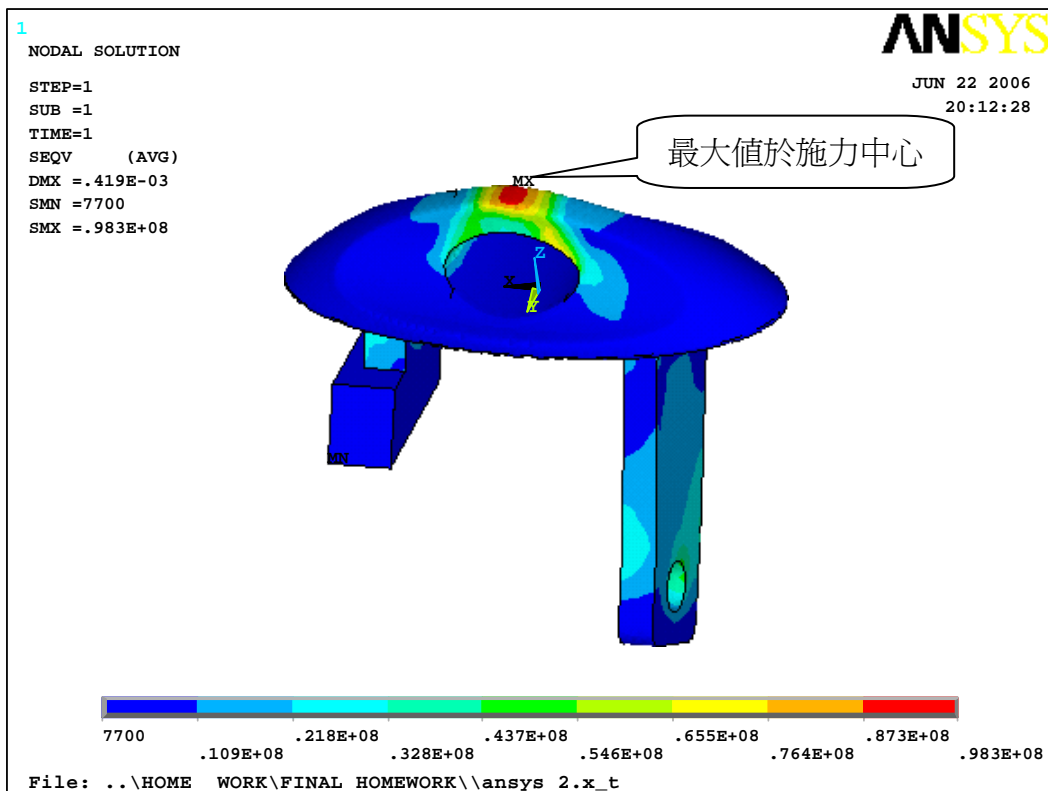


圖三 網格化 3D-Mesh 示意圖

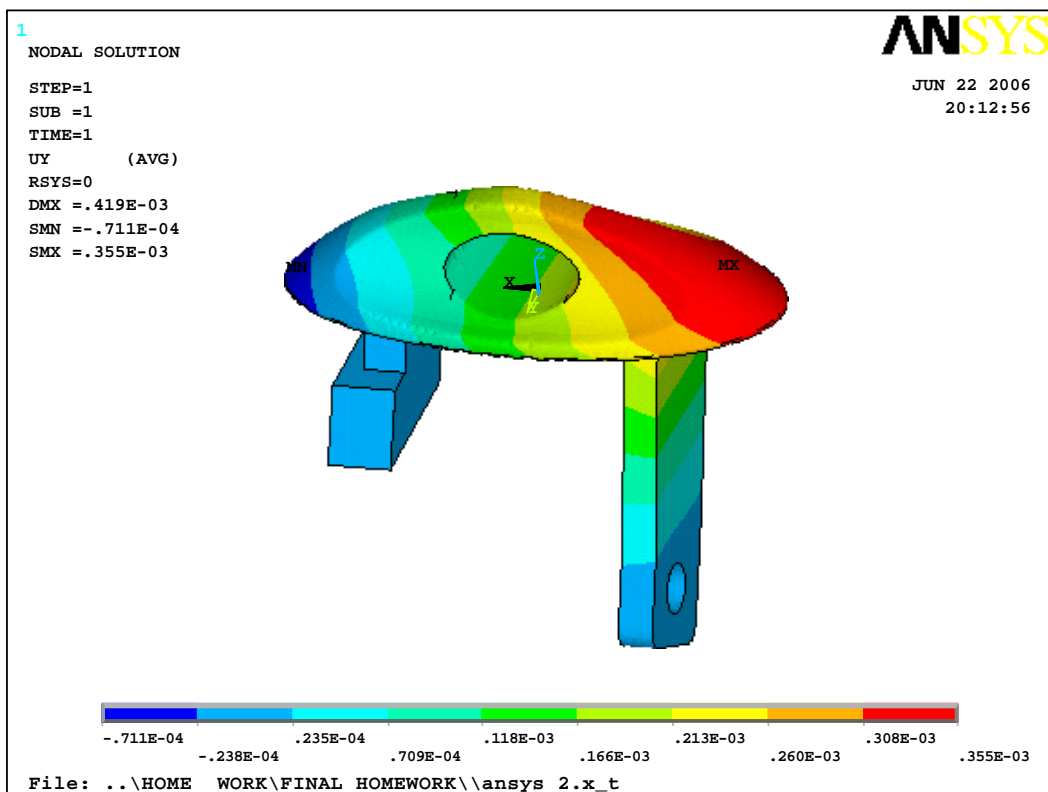


圖四 作用力、反作用力、邊界條件圖

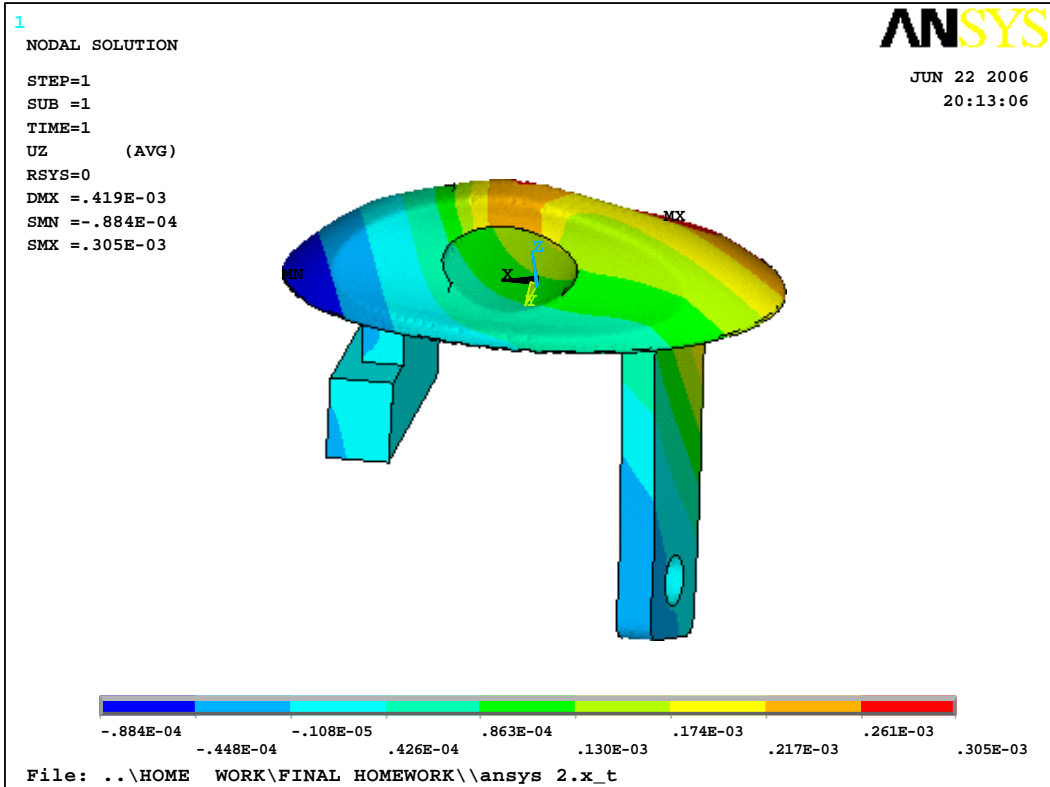
3. 網格化完成後，先使用 **Element Type-Solid 45** 作分析。



圖五 Solid 45 SEQV: 網格密度=0.0003+free mesh

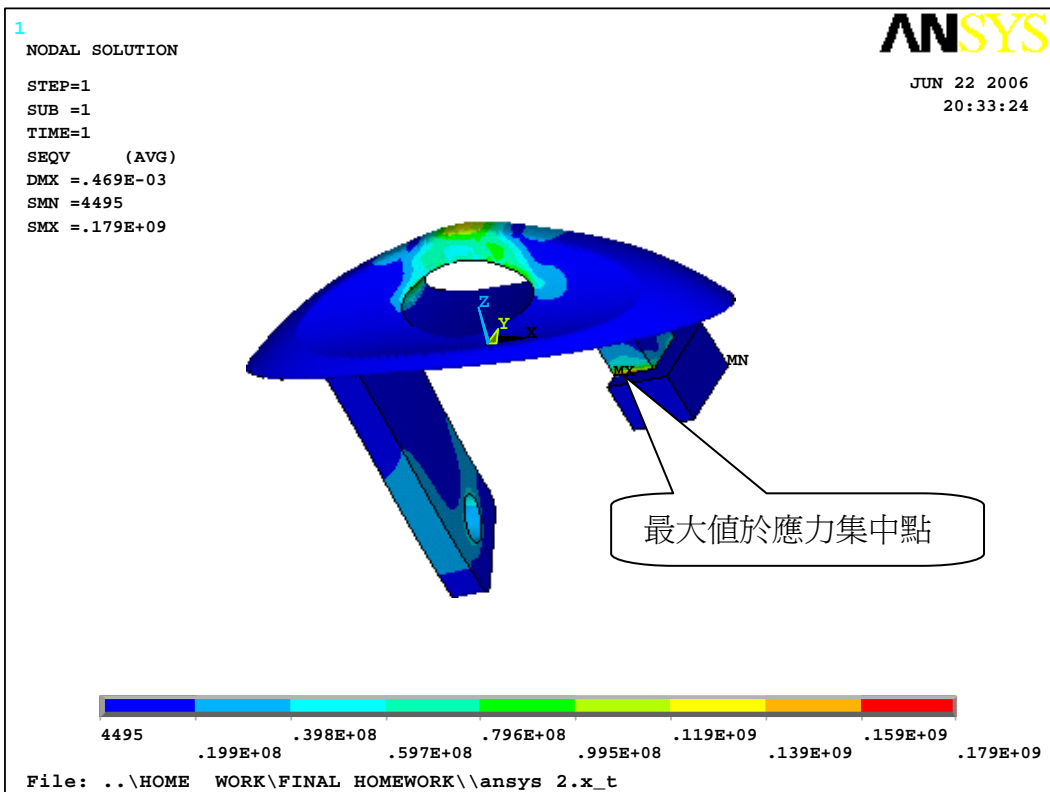


圖六 Solid 45 UY 變形: 網格密度=0.0003+free mesh

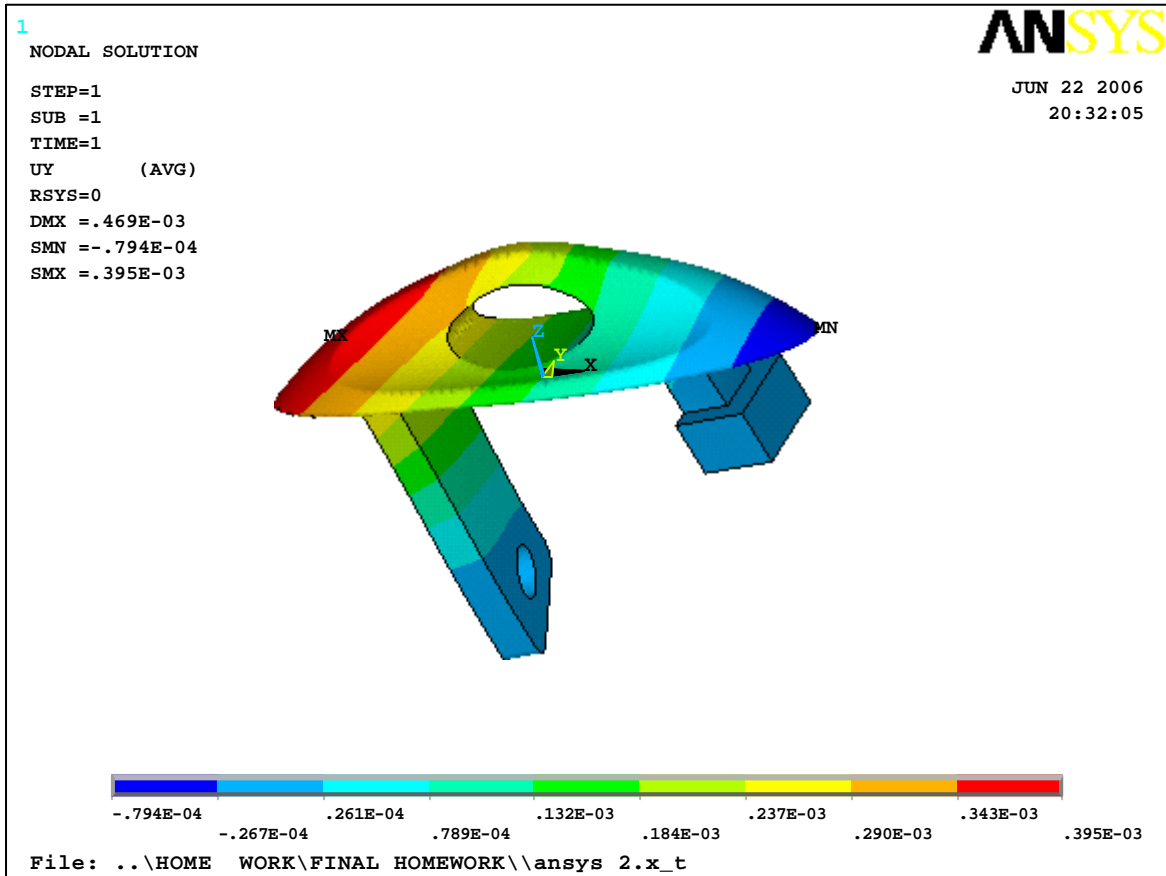


圖七 Solid 45 UZ 變形: 網格密度=0.0003+free mesh

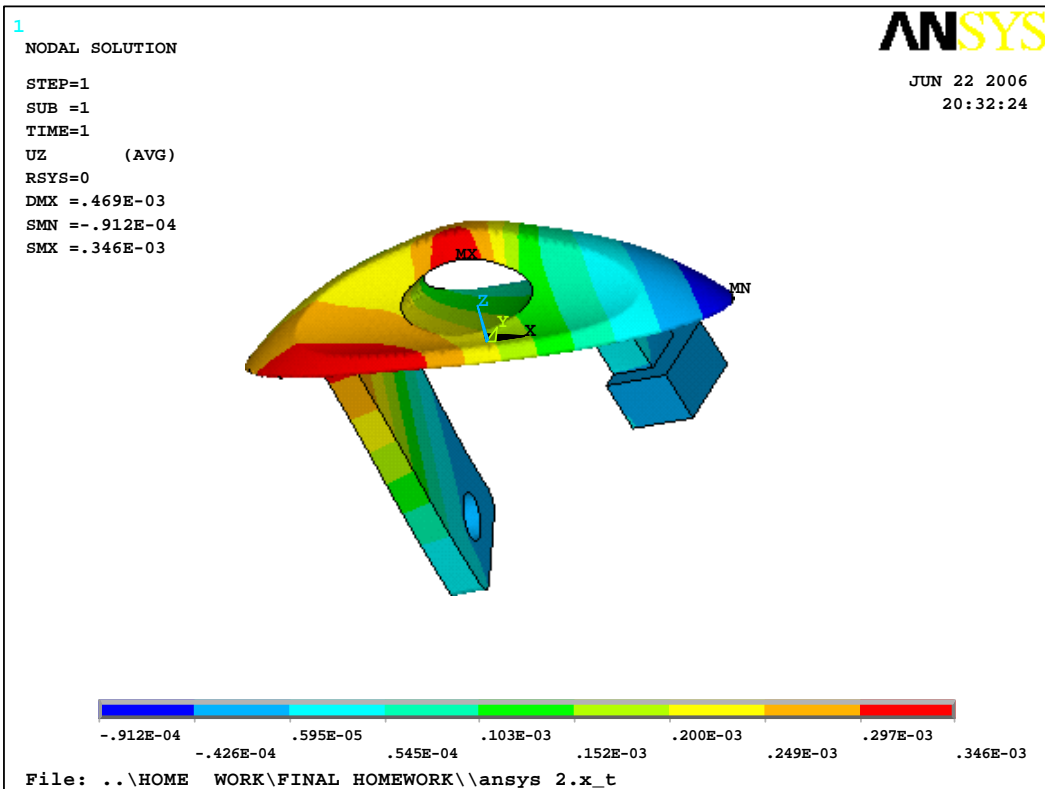
4. 網格化完成後，再使用另一種 Element Type-Solid 95 作分析。



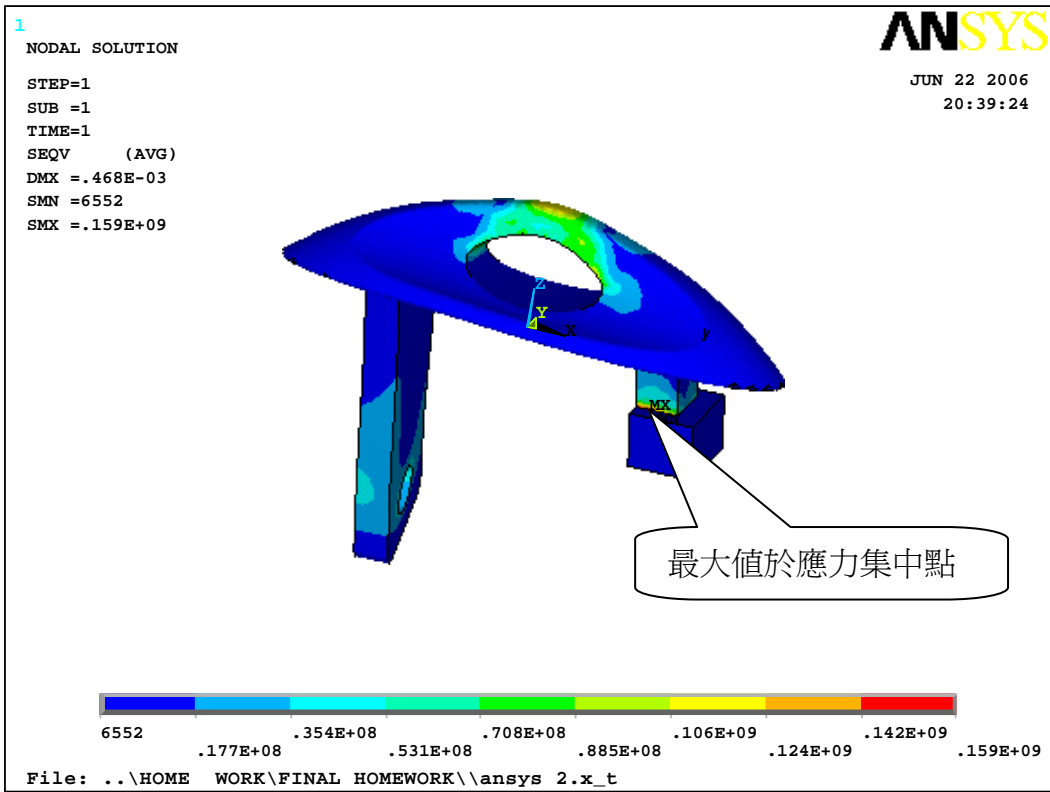
圖八 Solid 95 SEQV: 網格密度=0.0003+free mesh



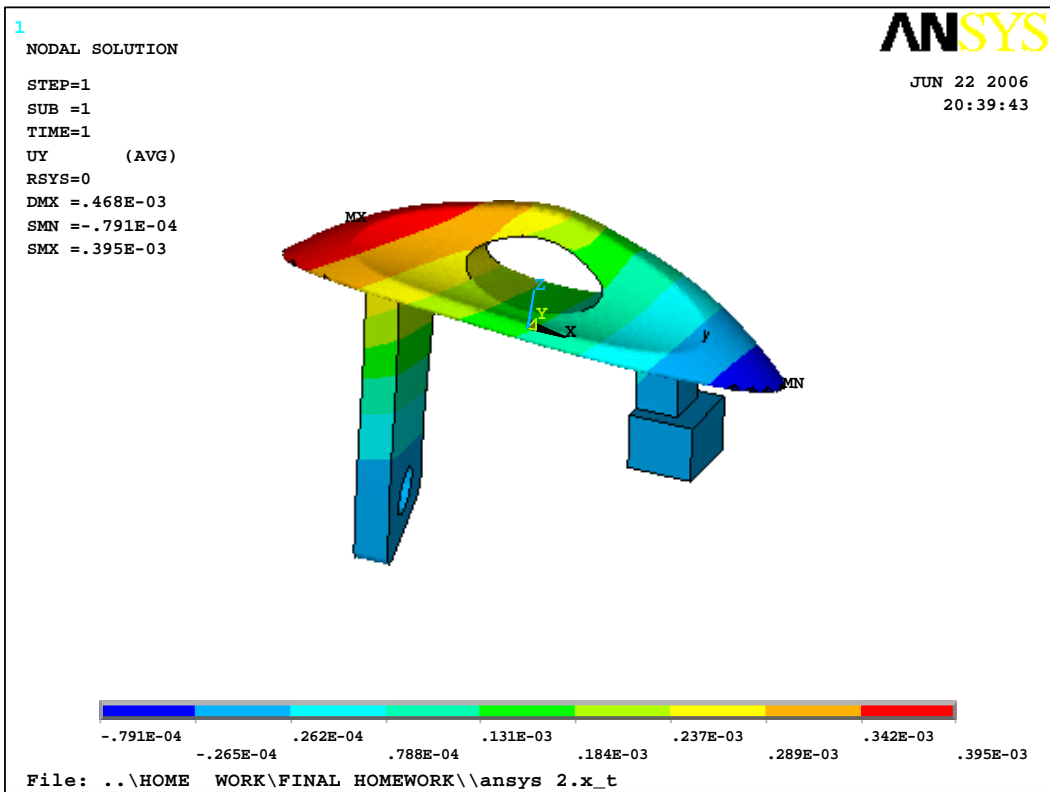
圖九 Solid 95 UY 變形: 網格密度=0.0003+free mesh



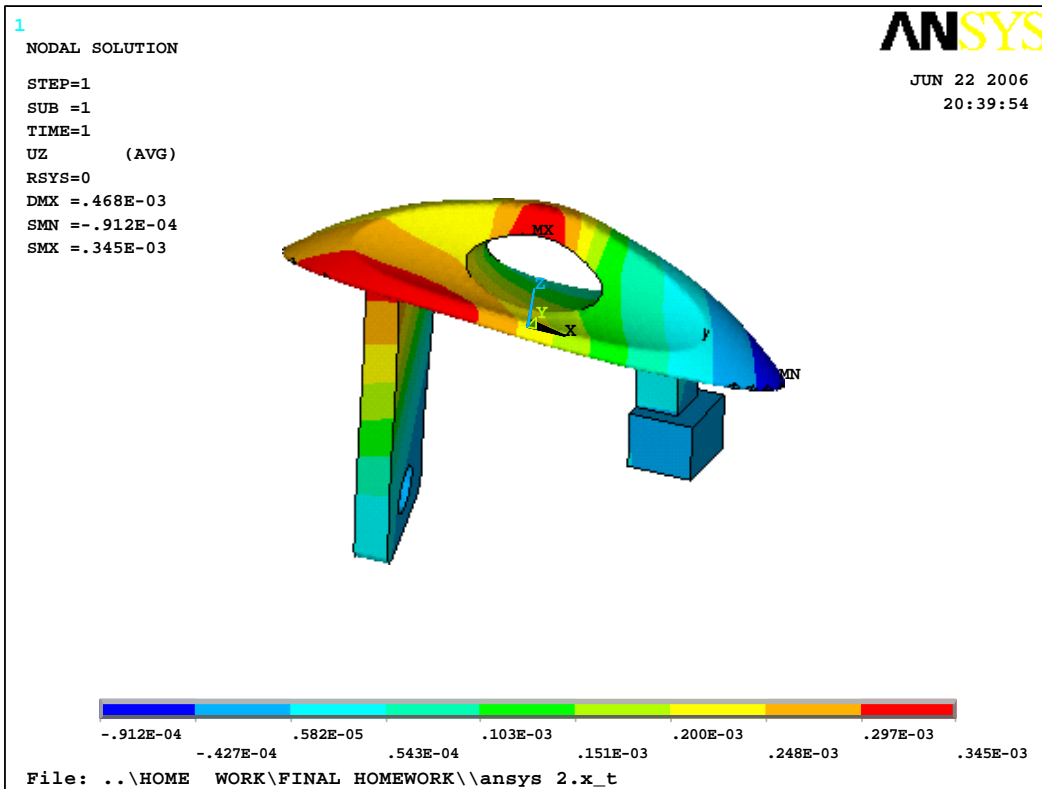
圖十 Solid 95 UZ 變形: 網格密度=0.0003+free mesh



圖十一 Solid 95 SEQV: 網格密度=0.0004+free mesh



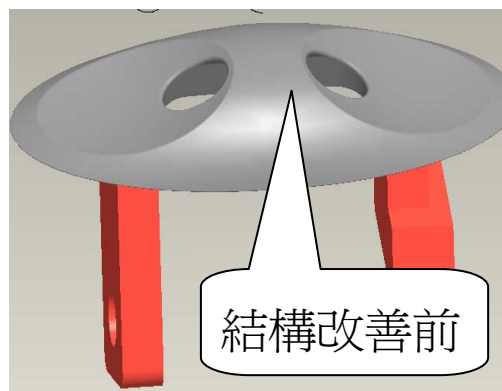
圖十二 Solid 95 UY 變形: 網格密度=0.0004+free mesh



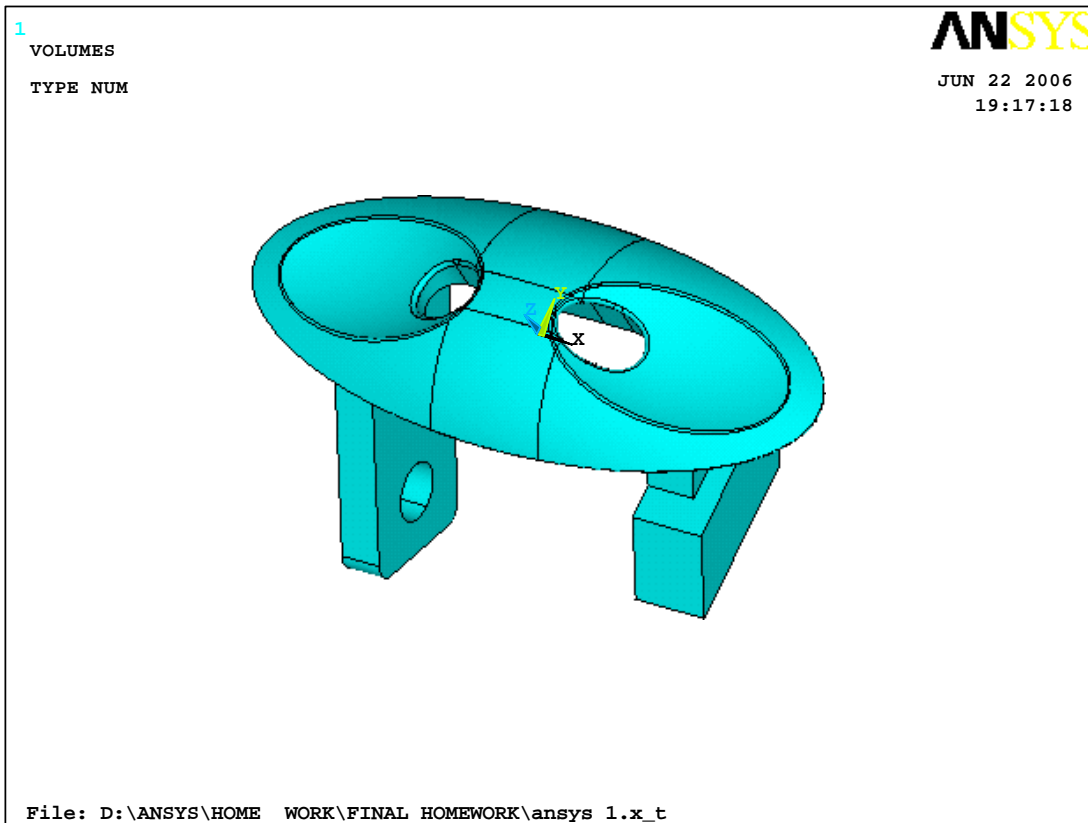
圖十三 Solid 95 UZ 變形: 網格密度=0.0004+free mesh

### 舊設計-實驗內容:

1.將舊設計零件透過 3D 軟體繪製而成後，轉換可判讀的格式套用於 Ansys 軟體中。(如圖一/圖二所示)

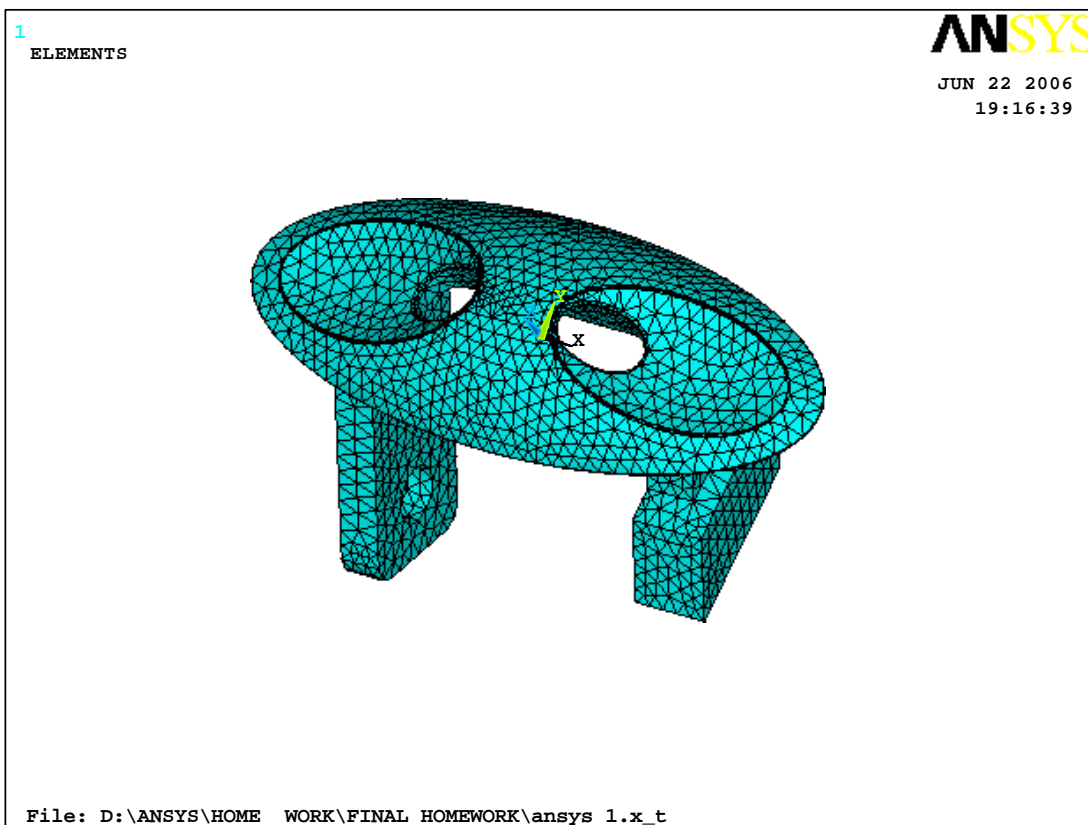


圖一 實物與 3D 模型現況



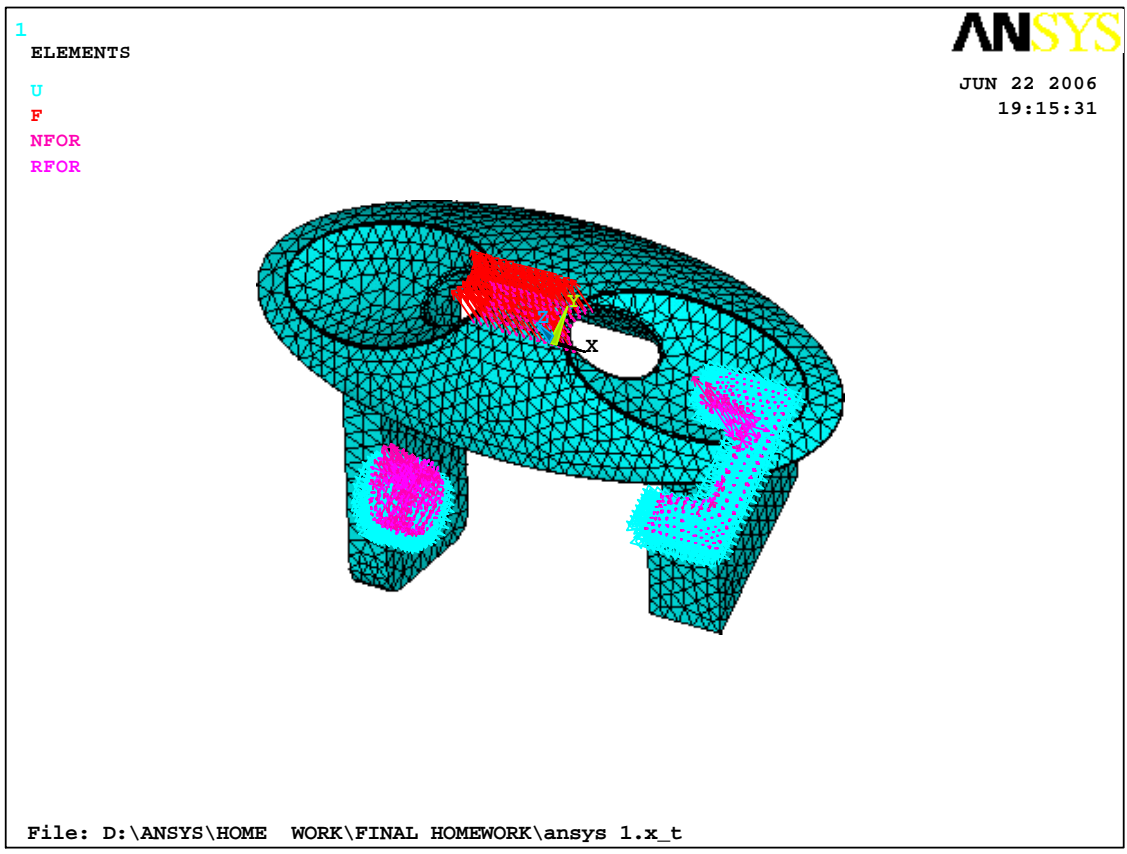
圖二 轉入 **Ansys** 後的 3D 模型現況

2. 建立網格圖，並將外加負載設定在內孔上緣處(如圖三,圖四所示)。



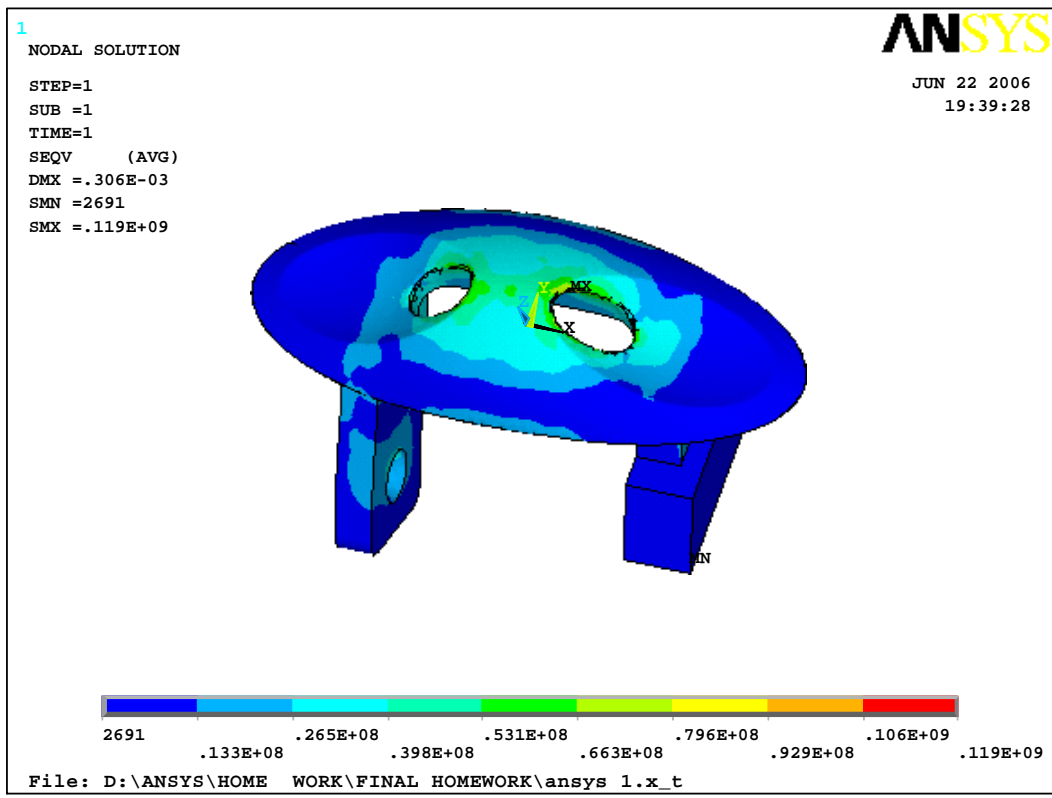
圖三 網格化 3D-Mesh 示意圖



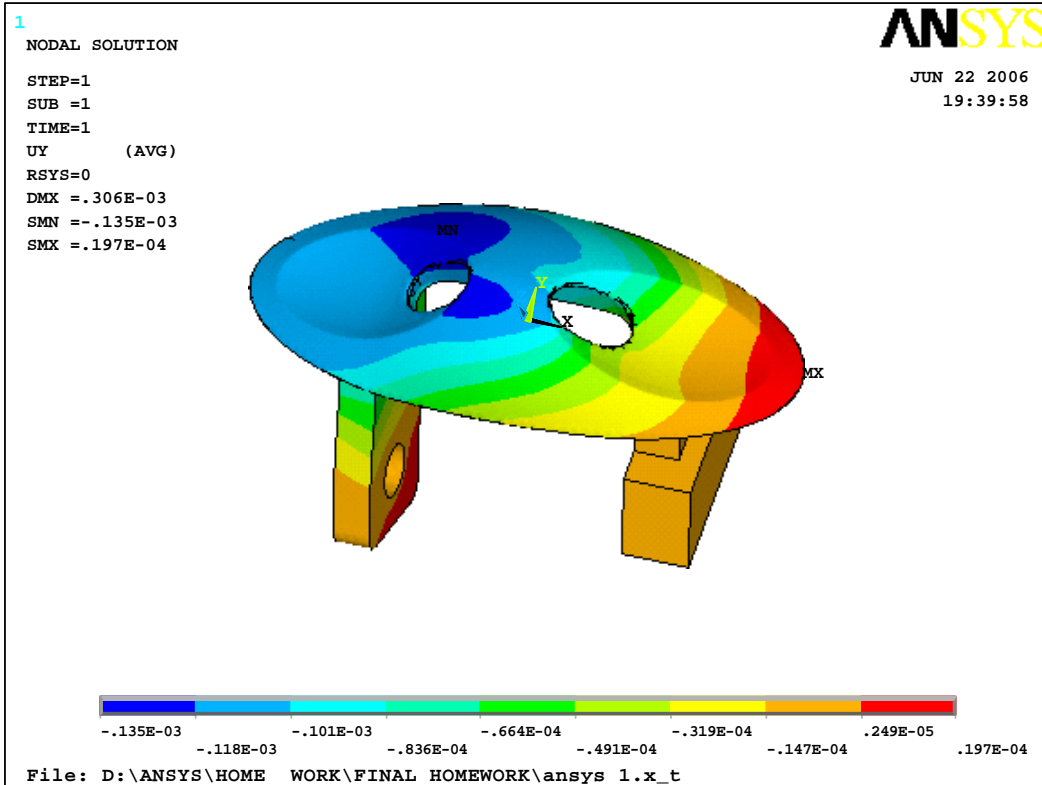


圖四 作用力、反作用力、邊界條件圖

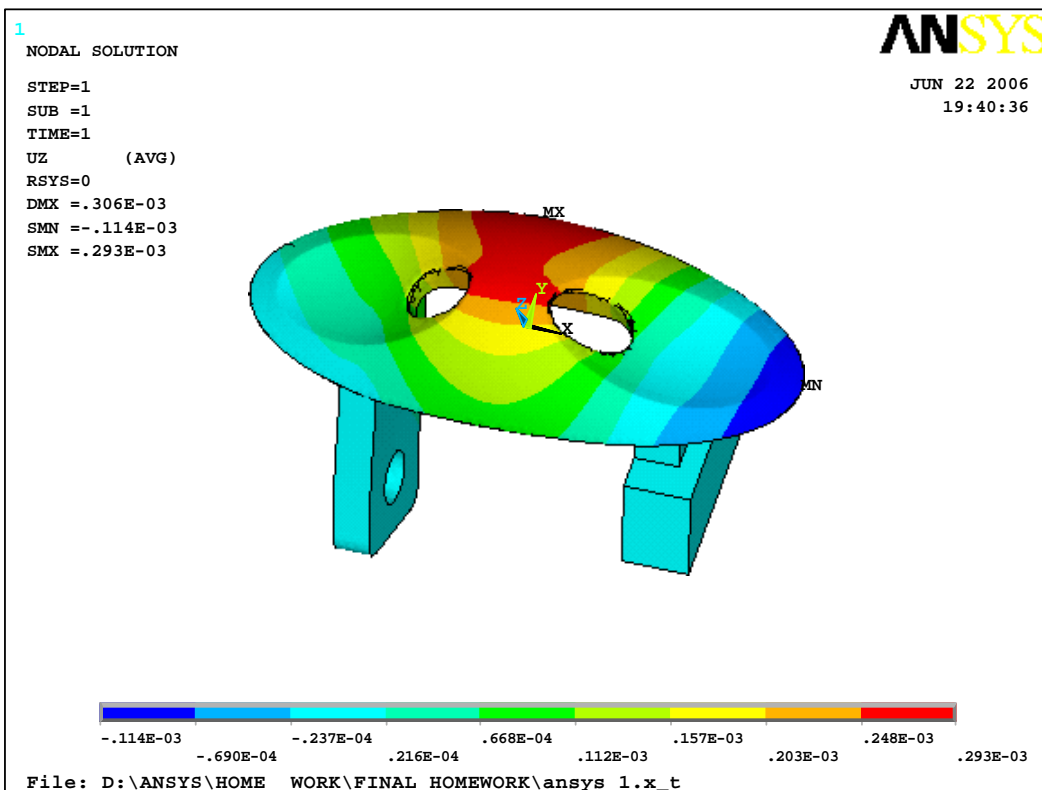
3. 網格化完成後，先使用 **Element Type-Solid 45** 作分析。



圖五 Solid 45 SEQV:網格密度=0.0003+free mesh

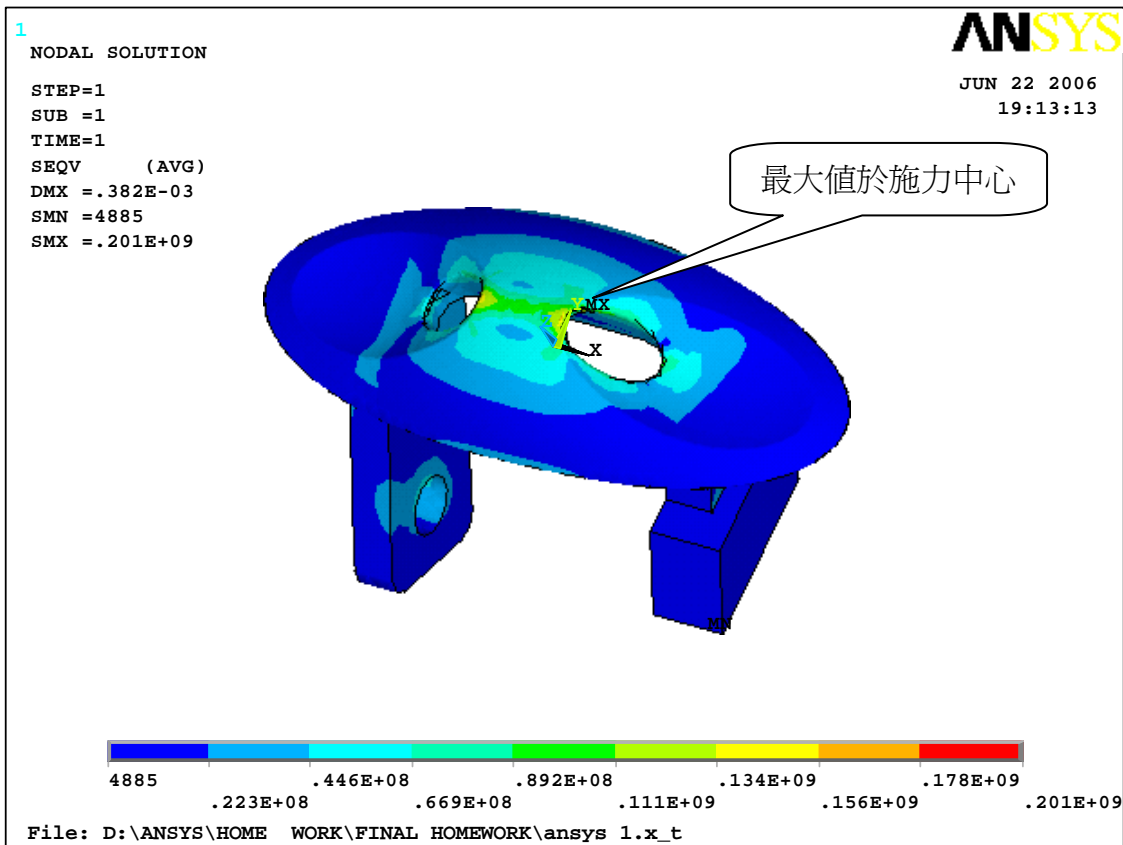


圖六 Solid 45 UY 變形：網格密度=0.0003+free mesh

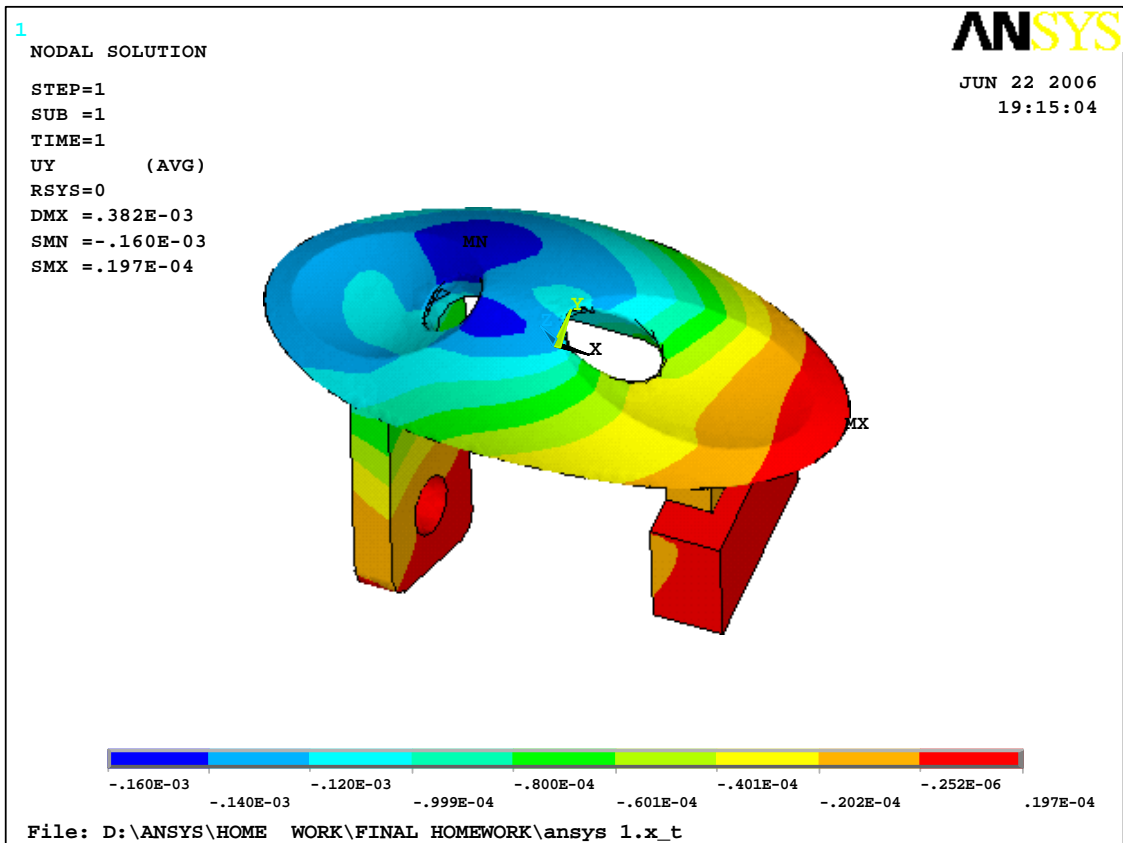


圖七 Solid 45 UZ 變形：網格密度=0.0003+free mesh

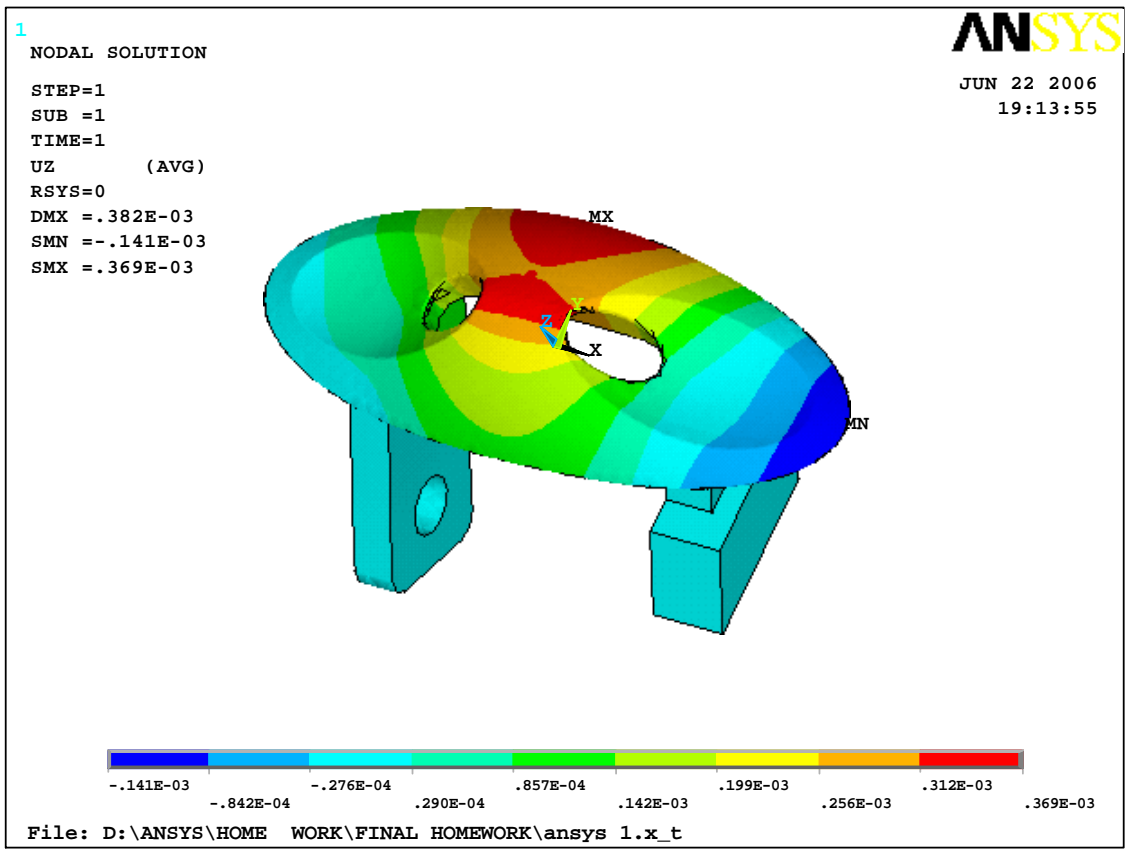
4. 網格化完成後，再使用另一種 Element Type-Solid 95 作分析。



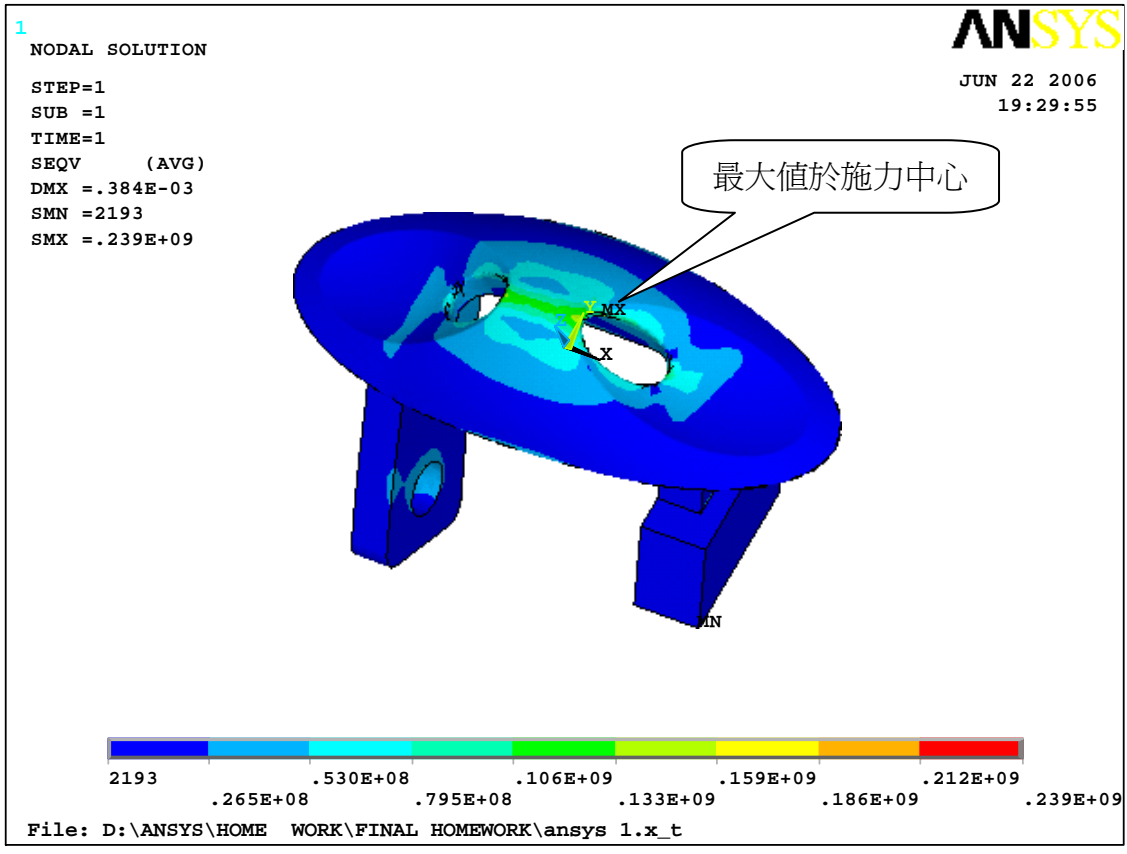
圖八 Solid 95 SEQV: 網格密度=0.0004+free mesh



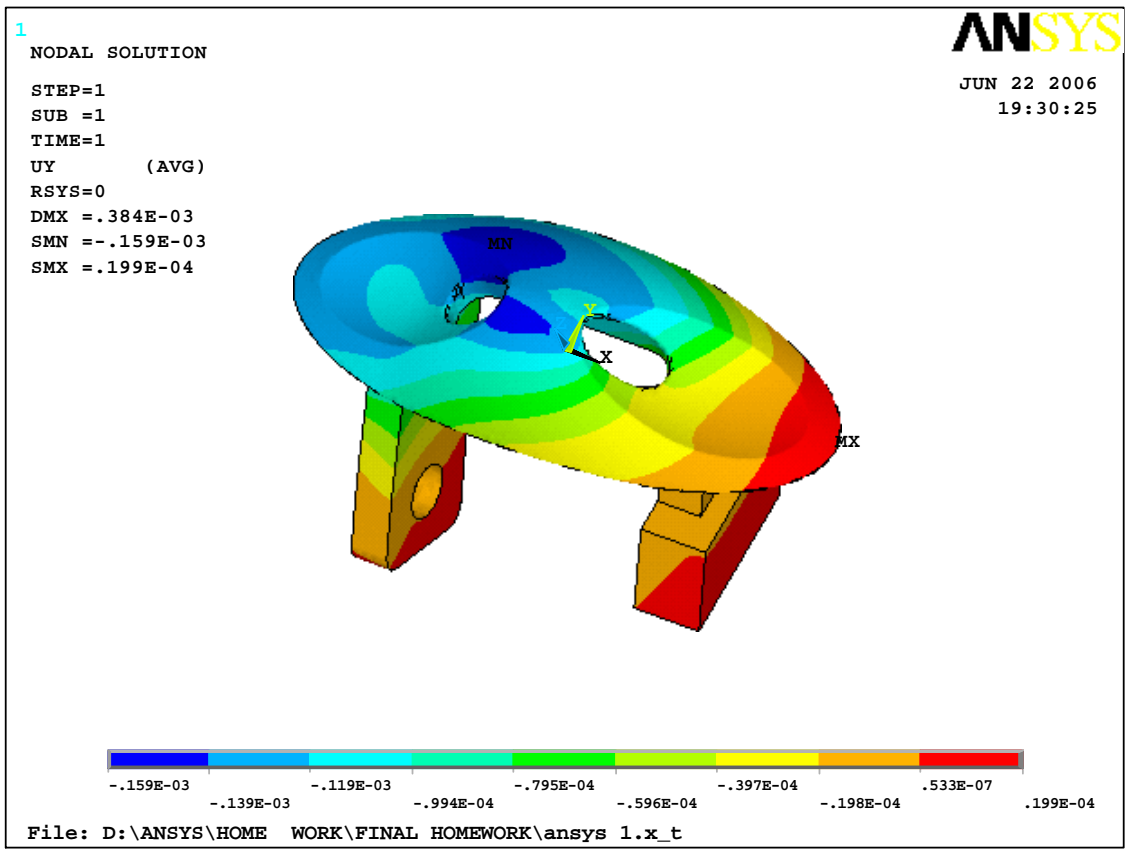
圖九 Solid 95 UY 變形: 網格密度=0.0004+free mesh



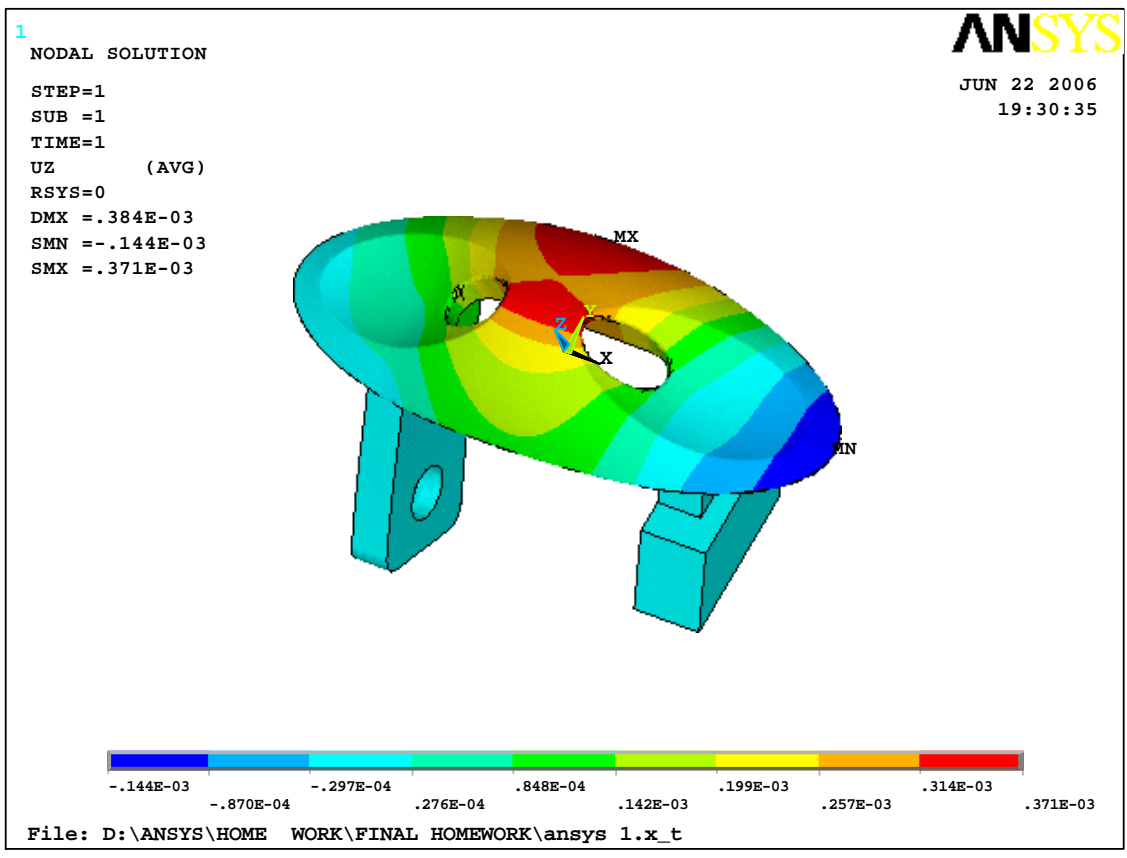
圖十 Solid 95 UZ 變形: 網格密度=0.0004+free mesh



圖十一 Solid 95 SEQV: 網格密度=0.0003+free mesh



圖十二 Solid 95 UY 變形: 網格密度=0.0003+free mesh



圖十三 Solid 95 UZ 變形: 網格密度=0.0003+free mesh

## ANSYS 模擬結果討論：

- 用不同之 ELEMENT TYPE 與不同之網格間距所得到之結果有一些差異。
- 以 SOLID95 二種不同網格間距分別為 0.0003/0.0004 作比較, 計算結果已經接近, 可見求解已經開始收斂。
- 以 SOLID95 & SOLID45 二種不同 ELEMENT TYPE 作比較, 可發現 95 數值比 45 數值稍高, 這是因為 95 節點密度較高。
- 因為產品實際應用時會有擺動之情形所以將 UY, UZ 方向之變形趨勢一併列入模擬, 以便觀察及分析, 但主要為 UZ 方向。
- 在此取原始設計與改良設計的各项應力及變形數值作進一步之探討及說明：

	Nodal Solution	原始設計	改良設計	差異百分比%
<b>Solid 45</b>	<b>SEQV</b>	<b>0.119e<sup>9</sup></b>	<b>0.983e<sup>8</sup></b>	<b>17.4</b>
	<b>DMX</b>	<b>0.306e<sup>-3</sup></b>	<b>0.419e<sup>-3</sup></b>	<b>-37</b>
<b>Solid 95-1</b>	<b>SEQV</b>	<b>0.201e<sup>9</sup></b>	<b>0.179e<sup>9</sup></b>	<b>11</b>
	<b>DMX</b>	<b>0.382e<sup>-3</sup></b>	<b>0.469e<sup>-3</sup></b>	<b>-22.8</b>
<b><u>Solid 95-2</u></b>	<b>SEQV</b>	<b>0.239e<sup>9</sup></b>	<b>0.159e<sup>9</sup></b>	<b><u>33.5</u></b>
	<b>DMX</b>	<b>0.384e<sup>-3</sup></b>	<b>0.468e<sup>-3</sup></b>	<b><u>-21.9</u></b>

(註: 差異百分比%=(原始設計-改良設計)/ 原始設計\*%)

- A. 因為 SOLID 95-2(網格間距=0.0003)比較接近收斂值, 所以實際改善值依此為準, 即 SEQV 下降 33.5%, DMX(最大變形) 升高 21.9%.
- B. 由上述結果可知新設計改善應力但變形反而加大, 這是因為新結構設計的吊環長度較舊設計更長, 所以總變形量增加, 但若以應變量(單位長度變形量)而言, 數值

也是下降的。

C. 在新設計中除 SOLID 45 之最大應力點於施力點上, SOLID 95 之最大應力點已經移至底部倒鉤之垂直轉角處, 而舊設計之最大應力點均於施力點上, 顯示新設計的確改善吊環之強度, 但對底部倒鉤之垂直轉角處仍必須作進一步之分析及設計改善。

## 七、實驗研究結果:

本實驗利用 **ANSYS** 做結構強度分析, 以確認新舊兩種不同設計之強度及其改善成效, 由 **ANSYS** 之分析過程中; 我們了解網格之粗細及元素種類, 對求解之結果有很大之影響, 此次實驗分別使用了 **Solid 45 & Solid 95** 來做收斂分析; 並可自由擷取不同狀態的分析數值, 作結果的比對。

由分析結果得到新設計較舊設計之平均應力下降了 **33.5%**; 而總變形卻增加了 **21.9%**, 雖然與原先預定之改善成果略有出入, 但是基本上已有大幅度之改善; 而此強度也可以滿足使用之需求, 但仍有進一步改善之空間。

其次藉由 **ANSYS** 之分析讓我們在設計階段即可預測產品是否符合需求之規格, 若不合格也可以立即作設計改善, 不需要實際製作樣品供測試及驗證。可以大為節省設計時間與製作成本, 因此對於設計工程師而言有很大的益處, 是一個有用的工具; 所以可以廣泛的應用於實際工作上, 相信會有很好的成效, 這也是我們修這門課的目的與最大收穫。