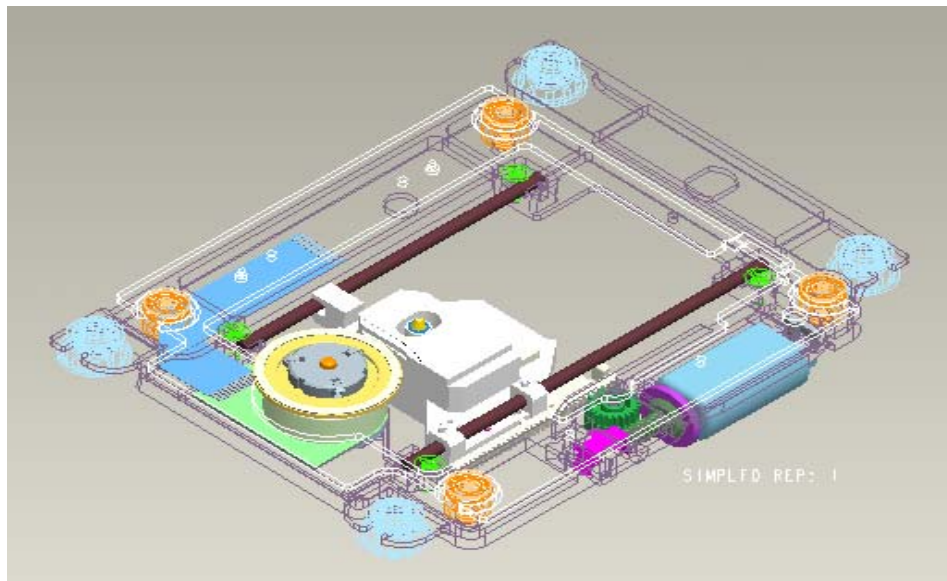


# 有限元素法在工程上之應用期末報告

報告題目：光碟機機蕊讀寫頭之傳動齒條彈性力臂形狀參數分析



老師：陳申岳 博士

成員：

黃玠鋒（精密專班 1 學號：9469504）

黃呈福（學分班）

廖秋成（學分班）

郭芳盟（學分班）

## 1. Title：光碟機機蕊讀寫頭之傳動齒條彈性力臂形狀參數分析

本組研究主題乃是針對光碟機機蕊讀寫頭(圖 1)之傳動齒條彈性力臂形狀參數進行分析，以便於了解在不同的彈性力臂形狀參數下，蝸桿蝸輪與傳動齒條接觸處其作用力(圖 2)的變化情況，進而找出較為合適的彈性力臂形狀參數，使得蝸輪與傳動齒條在整個傳動接觸的過程當中，蝸桿蝸輪與傳動齒條接觸處的作用力(作用力與反作用力)能控制在一定的範圍內，變化越小越好。因為假如蝸桿蝸輪與傳動齒條接觸處的作用力變化太大(突然變大或突然變小)，易造成控制讀寫頭運動之馬達電氣信號產生問題，影響讀寫頭讀取碟片的能力。

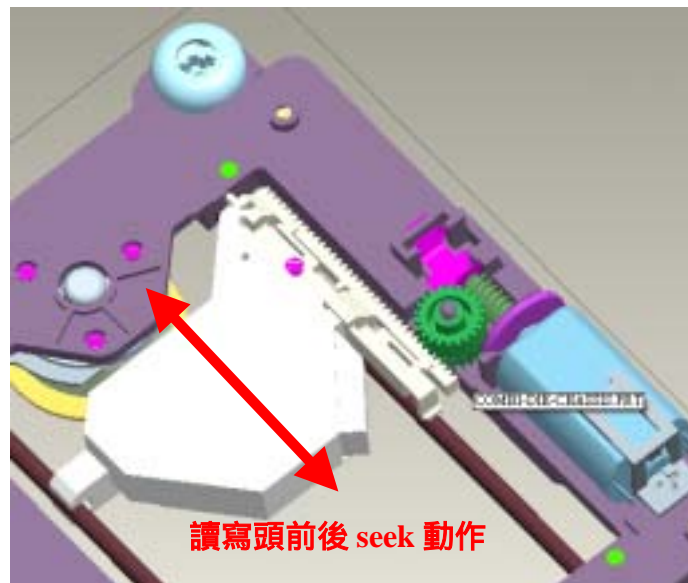


圖 1

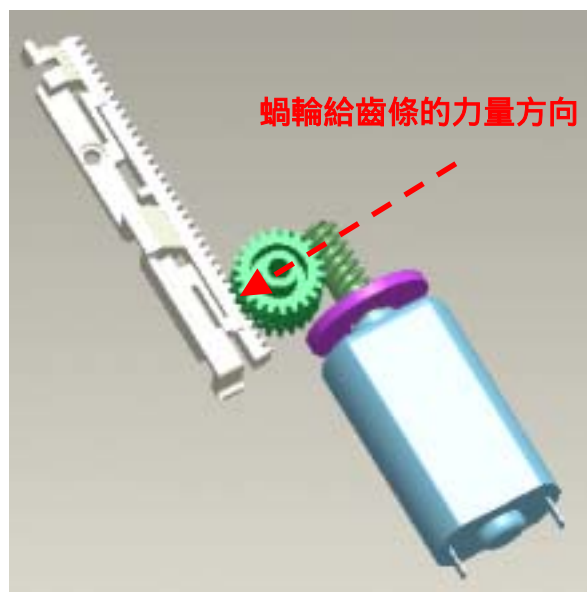


圖 2

## 2.member :

黃玠鋒 ( 精密專 1 學號 : 9469504 )

黃呈福 ( 學分班 )

廖秋成 ( 學分班 )

郭芳盟 ( 學分班 )

Member 工作分配

### A. 建模與分析

#### a. 黃玠鋒、黃呈福 :

1. 針對讀寫頭傳動齒條 Normal Type 與 Type A 3D model 修改 ( 力臂長、力臂厚 ), 並匯入 Ansys 做網格前處理與分析。

#### b. 郭芳盟、廖秋成 :

1. 針對讀寫頭傳動齒條 Type B 3D model 修改 ( 力臂長、力臂厚 ), 並匯入 Ansys 做網格前處理與分析。

### B. 總結

郭芳盟、廖秋成、黃玠鋒、黃呈福

- a. 完成 Normal Type 與 Type A B 分析數據後, 針對 Normal Type 與 Type A B 做相互比較與討論歸納, 並判斷設計上的優劣。
- b. 報告資料整理與撰寫

Model Type	彈性力臂形狀參數		擔當者
	力臂長 L(mm)	力臂厚 t (mm)	
Normal Type	6.7	2	黃玠鋒 黃呈福
Type A	7.7	2.2	黃玠鋒
	7.7	2.4	黃玠鋒
	8.7	2.2	黃呈福
	8.7	2.4	黃呈福
Type B	5.7	1.8	廖秋成
	5.7	1.6	廖秋成
	4.7	1.8	郭芳盟
	4.7	1.6	郭芳盟

表 1.工作分配與參數設定表

### 3.Purposes and objectives

此次讀寫頭傳動齒條彈性力臂參數分析的目地，是希望能夠找出傳動齒條的彈性力臂長度、厚度對於蝸桿蝸輪與傳動齒條接觸處的作用力所造成的影響，進而找出較好的傳動齒條彈性力臂形狀參數組合，改善讀寫頭讀碟的品質。因為蝸桿蝸輪與傳動齒條接觸處作用力的大小變化，會表現在馬達輸出電流上，蝸桿蝸輪與傳動齒條間作用力越大，則傳動越不順暢，傳動越不順暢，則馬達越是需要提高電流，易造成電氣上的控制問題，進而影響讀寫頭讀碟的能力。

本研究的目標是考慮當蝸桿蝸輪與傳動齒條接觸處，傳動齒條在該處有 0.3mm 的變形時，蝸桿蝸輪與傳動齒條間作用力的大小。我們在每種 Type 的傳動齒條上取十一個點當作是模擬蝸桿蝸輪與傳動齒條接觸處的位置，參看圖 3，考量在十一個點處皆有 0.3mm 變形下，相對應的作用力，進而求出每種 Type 的傳動齒條的作用力分布情況，再比較 Type A、B 兩種不同的彈性力臂參數設計與原本設計(Normal Type)的傳動齒條彈性力臂參數，看是否有改進的空間，能使蝸桿蝸輪與傳動齒條間作用力的大小變化差異最小化。

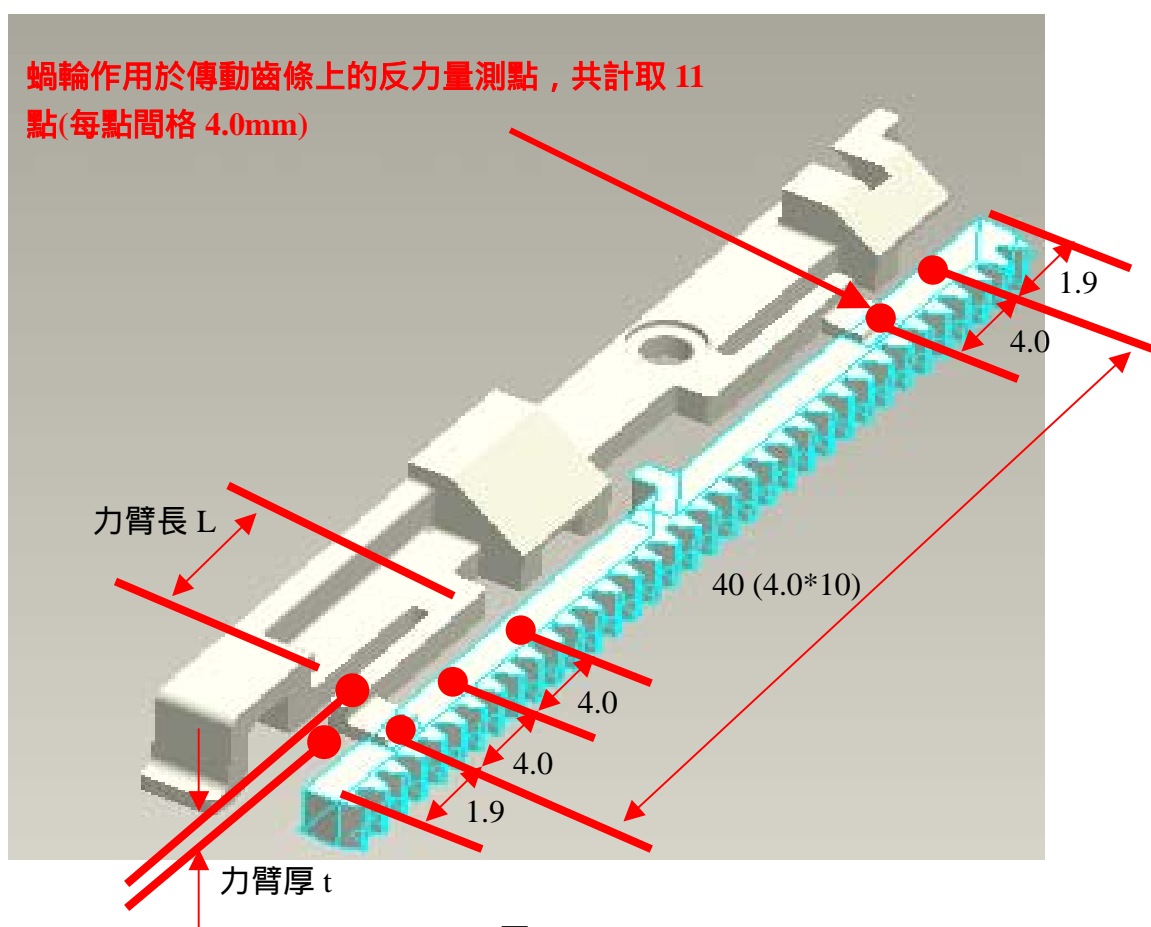


圖 3

## 4.Tasks

我們對於此次分析計畫做了 3 個類別分析 ( Normal type、 Type A、 Type B ) , 再以 Normal type 去比較 Type A、 Type B 彈性力臂形狀參數 ( 力臂長、力臂厚 ) 對反力的影響 , 依據下列幾個項目去做分析 :

Model Type	彈性力臂形狀參數	
	力臂長 L(mm)	力臂厚 t (mm)
Normal Type	6.7	2
Type A	7.7	2.2
	7.7	2.4
	8.7	2.2
	8.7	2.4
Type B	5.7	1.8
	5.7	1.6
	4.7	1.8
	4.7	1.6

### A. 建模與分析

1. 討論傳動齒條簡化模型的形式
2. 依照個人負責的 Model Type 的彈性力臂形狀參數數值 , 用 Pro/E 建立傳動齒條的簡化模型
3. 將個人負責的 Model Type 的 Pro/E 簡化模型匯入 ANSYS
4. 決定 Model 的材料性質、拘束條件與拘束位置及採用的有限元素網格形態
5. 在 ANSYS 完成有限元素模型的建立及各項參數設定(依第 4.項結果設定)
6. 對第 5.項的有限元素模型進行取樣的十一個點進行反力分析求解(修改邊界條件 , 再進行反力分析 , 共計 11 次)
7. 完成各種彈性力臂形狀參數組所對應 Model Type 的反力分析 , 繪製點-反力圖 , 共計 9 個圖形

### B. 總結

1. 針對第 7.項結果的 9 個圖形 , 進行討論與歸納 , 確認是否有找出更好的彈性力臂形狀參數組合 , 以符合原先預期。若無找出更好的彈性力臂形狀參數組合 , 則分析其造成的原因。
2. 書面資料整理

## 5. Conclusion and Discussion

### A. 量測數據整理比較

經過我們運用 ANSYS 分析後，從 ANSYS 有限元素模型中預先定義的測試位置 (編號 1~10)，量測每一個測試位置上的總反力值，其數據如下列所示：

Model	rack_77		rack_47	
測試位置編號	rack_77_2.2	rack_77_2.4	rack_47_1.6	rack_47_1.8
1	7.167948	7.56279	9.85728	10.27446
2	13.11006	13.9689	21.89736	23.08974
3	21.97692	23.33964	51.12138	54.4936
4	26.2242	27.22278	68.93568	72.3537
5	25.54834	25.01448	55.335	57.39948
6	21.69642	21.91776	45.90306	47.70234
7	19.23516	19.38714	43.18986	45.18804
8	16.27512	16.4781	38.5407	40.63782
9	12.13392	12.38484	24.71052	26.00898
10	7.995168	8.19366	13.50174	14.06988
平均值	17.1363256	17.547009	37.299258	39.121804
標準差	6.887091259	6.937746782	19.27158769	20.21052797

Model	rack_57		rack_67(原始設計)	rack_87	
測試位置編號	rack_57_1.6	rack_57_1.8	rack_67_2.2	rack_87_2.2	rack_87_2.4
1	8.722326	9.085242	8.1957	6.594912	6.939672
2	17.80614	18.76188	16.44854	11.43318	12.12372
3	35.69592	37.97868	31.59756	17.75004	18.7119
4	45.45834	47.6085	37.86852	20.93244	21.5781
5	40.57356	41.67312	33.11634	20.42856	20.56524
6	35.49702	36.25794	28.305	18.79044	18.57624
7	32.8899	33.81708	25.62444	17.09622	16.64844
8	28.65588	29.71464	22.5063	14.85018	14.26368
9	19.39938	20.1807	16.42506	11.49948	10.9446
10	11.34342	11.74632	10.145328	7.878786	7.48716
平均值	27.6041886	28.6824102	23.0232788	14.7254238	14.7838752
標準差	12.59652065	13.07997274	10.0175493	5.12714958	5.267661514



## B.結果討論

經過這次 case study 後，我們列出如下幾項問題來討論：

1. 最低反力的要求
2. 塑件殘留應力及成形變形量最低考量
3. 實驗結果判讀與應用
4. 塑料的材質，添加物及分子配向性問題抵抗二次變形力

### 1. 最低反力要求：

動力傳送至 rack 處，因為假定施加的預變形量 0.3mm 是固定的，故由反力分佈圖可以瞭解 rack 剛性狀況。由於  $P=T*N$  (功率 = 扭力 \* 轉速)，當馬達傳送功率提高時，即表示扭力值要增大 (假定轉速 N 固定)，而扭力值增大就是表示 rack 與齒輪間傳遞力要變大，而此傳遞力會再次造成 rack 二次變形，故若是反力過低則代表該處剛性較低，在傳遞大動力過程會越容易跳齒，所以反力不是越低越好，需考慮一個安全反力水準，也就是 rack 要達到適切的剛性分佈。故最低反力要求是要該 rack 有良好剛性分佈，使 rack 在受齒輪傳遞力作用時有良好的抵抗二次變形能力，以防跳齒發生，但是剛性太強亦不容許，容易因為無法跳齒而形成傳動卡死狀況。所以理想的 rack 設計，不僅希望反力分佈差異不要太大 (及剛性差異不要太大)，反力平均值亦應該考慮，也就是 rack 的整體剛性亦要考量，滿足期望此傳動機構不會有卡死或不該跳齒而跳齒的情況發生。

Note：正常會在位置 2~9 中間反覆移動，故 2~9 反力宜平均，而 0~1 及 9~10 位置為失控保護區，希望反力比較小，以利控制失敗時 rack 可以輕易變形彈開，保護 key parts 防止撞損。

### 2. 塑件殘留應力及成形變形量最低考量：

塑膠件做射出成形時，冷卻溫度不均勻會造成殘留應力問題，進一步造成變形問題。經本組討論後認為若要求精確分析結果，應該把模流分析變形結果加入考量，其分析結果才會更加精確，但是此非 Ansys 範圍，故此處先不做此一考量。

### 3. 實驗結果判讀與應用：

- (1) 反力是否符合現在動力傳遞的需求，rack 設計上若不符合最低反力需求，則需要從新設計 3D，重新使用 Ansys 做反力分析。
- (2) 分析結果對於塑膠射出成形生產是有用途的，2D 工程圖產生時，rack 齒型允許變形翹曲方向，應該要與現在反力趨勢方向相反，以輔助降低反力差異值，但是可以允許多大變形值，也是應該要用施加變形量方式作 Ansys 分析來求得。

### 4. 塑料的材質，添加物及分子配向性問題：

考慮塑膠材質特性，模具進膠方式及冷卻水路、高分子配向性問題



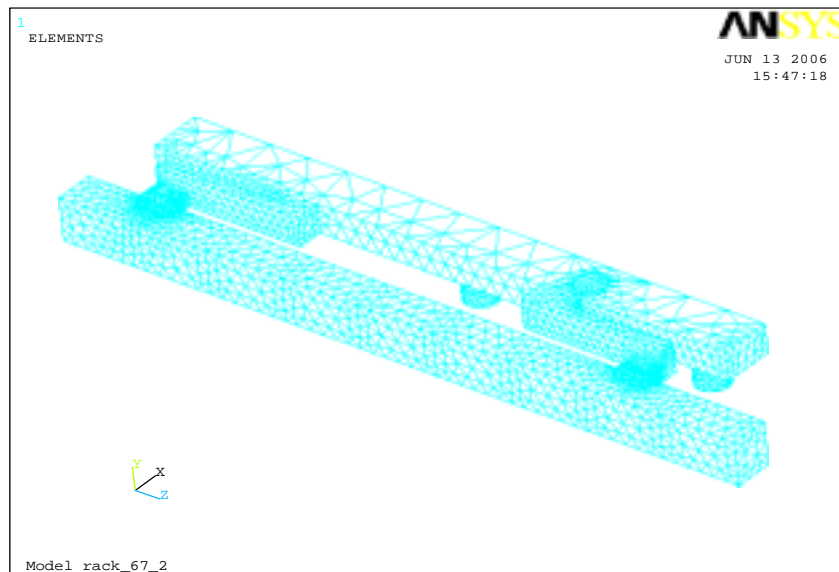
就已經很複雜，若再考慮到添加物（如 glass fiber 等等），及次料比例（recycle）等因素，將使問題分析更為複雜。故本組認為使用 Ansys 分析應該是先求出趨勢狀況後，將其考量於設計中，再配合公司設計規範（如次料比例）等等條件，配合實際實驗驗證去調整塑料參數，以使滿足真正設計需求。

### C.附錄：簡述分析過程步驟

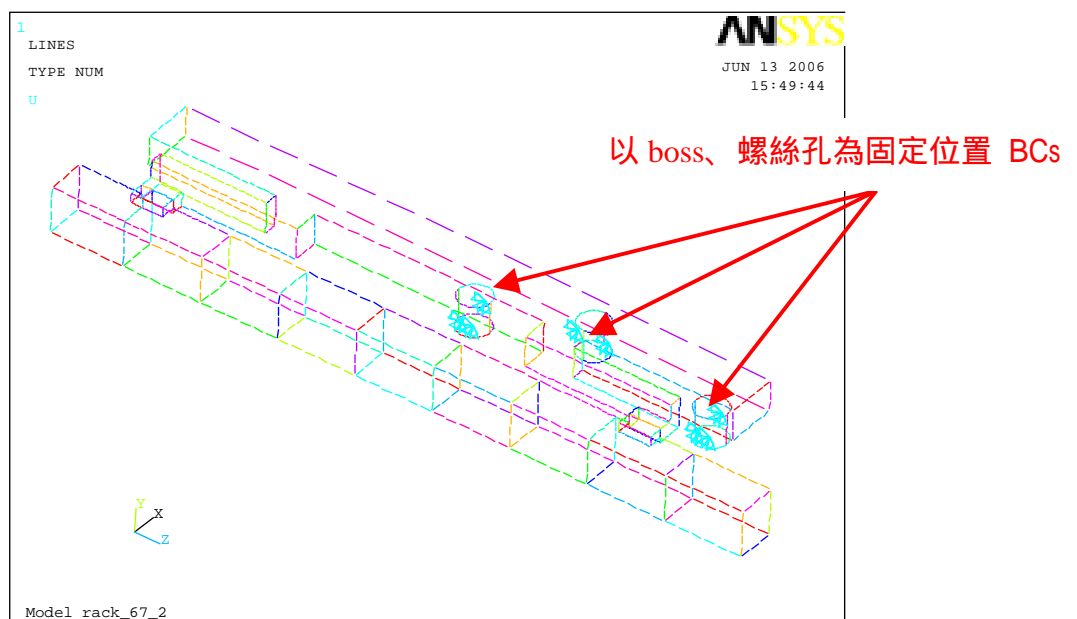
#### C-1 定義分析條件：

1. 定義材質：POLY plastic duracon M9044
2. 彈性係數：174 MPA
3. 浦松比：0.406
4. 使用 element type：solid 45

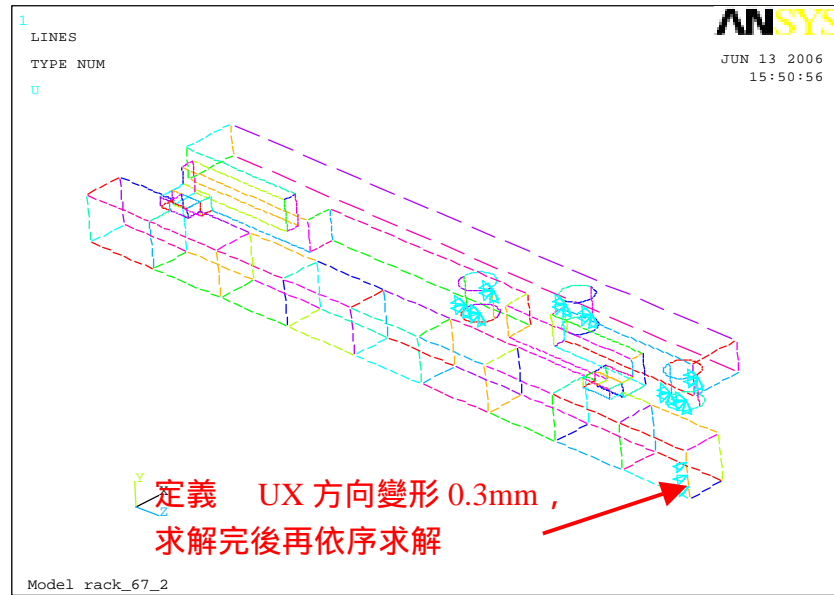
#### C-2 mesh 方式：使用 free mesh



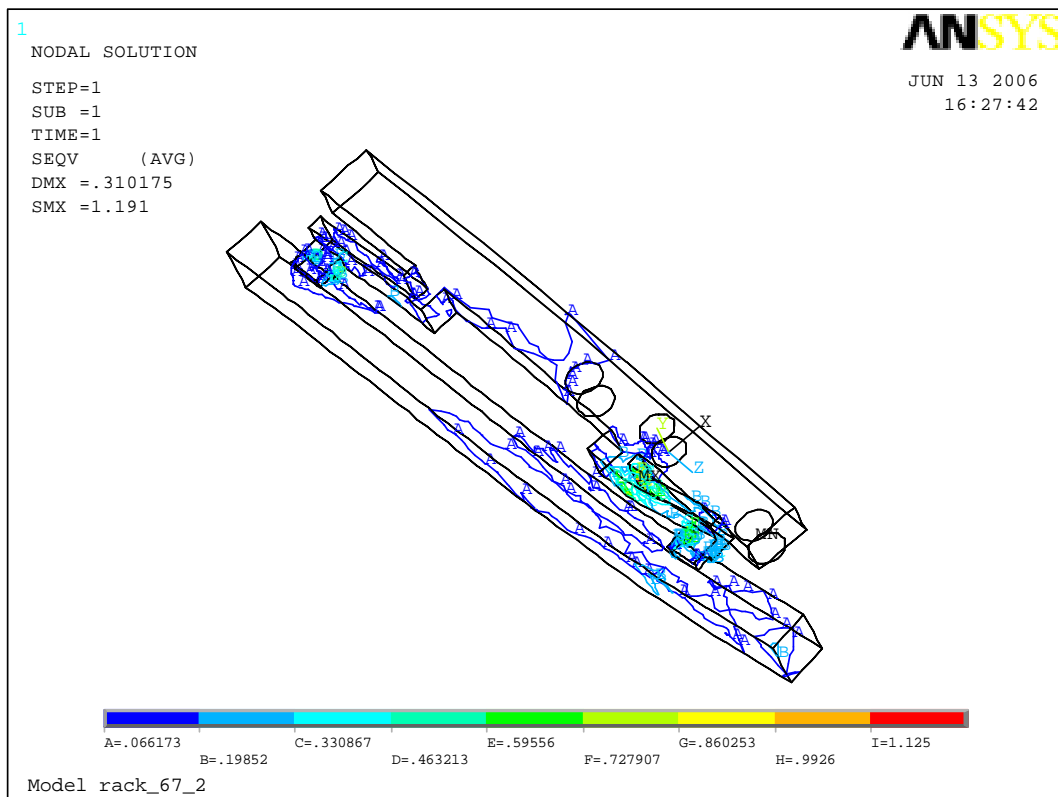
#### C-3 定義固定方式 BCs：



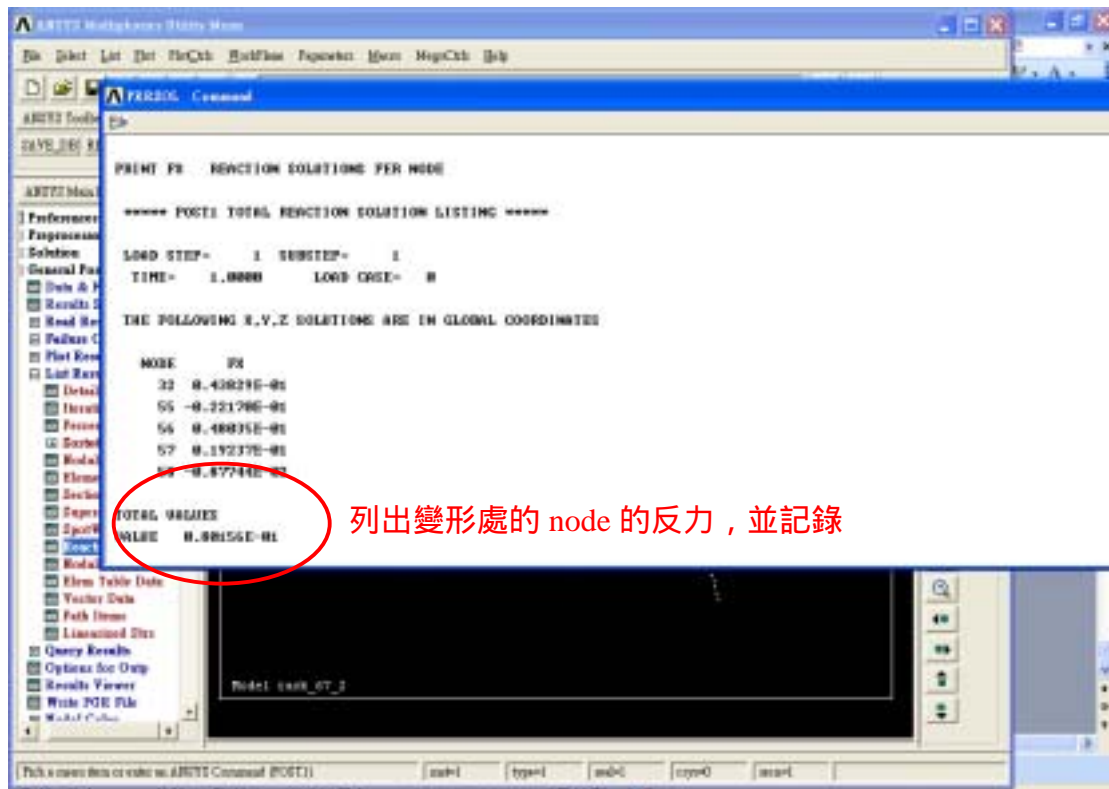
#### C-4 定義負載：



#### C-5 求解：使用 Current Ls 求解器



### C-6 求解反力：reaction solution



### C-7 紀錄及比較：紀錄量測值在圖表上做比較判斷。