

透過 Abaqus 有效改善腳架落摔變形問題

陳學良, 陳振興

英業達股份有限公司 機構技術處

摘要

3C產品結構複雜，因應輕薄的外觀設計趨勢，設計空間減少但功能不變的要求讓機構設計難度愈來愈高，而CAE工具的應用，讓機構工程師在設計結構時多了許多參考資料，有效的運用CAE工具除了縮短設計時間外還可節省許多設變和測試的費用。

本文主要說明落摔測試時機種腳座變形嚴重問題，並敘述如何運用CAE功能有效並快速找到設變方式，只設變一次就解決了複雜的落摔變形量超標的問題。

關鍵字：Abaqus、落摔、腳架

一、案例說明

如圖 1。本案在 QA 落摔測試時腳架呈現嚴重變形，變形值超過客戶制訂的標準(2.5mm)，機構工程師希望透過 CAE 工具找到問題原因，下正確有效的結構改善對策。

二、模型簡化與參數設定

2.1 模型簡化

為加速分析，模型簡化如圖 2 所示。將系統端視為一剛體，腳架材質為 AZ91D。

2.3 參數設定

網格設定

- 地板-C3D8I
- 腳架-C3D10M
- 系統-C3D10M

施力設定

- 重力加速度: 9.8g 方向向下
- 碰撞時的初速度: 透過以下公式換算 $mgh=1/2mv^2 \rightarrow v=(2gh)^{0.5}$

邊界設定

- 建一四週 fix 的剛體薄板取代落摔地面
- 接觸性質-設定摩擦係數 0.1

Step 設定

- Time period:0.006

- Mass scaling:5.8E-8
- Field Output
- S,PE,PEEQ,U,CSTRESS

三、初步分析結果

3.1 結果合理性判斷

確認質量放大合理性

檢查 STA 檔中的 percent chng mass 結果，如圖 3，本例結果為 $4.97E+00 < 5$ 判斷質量加速對分析結果不至有太大的影響。

確認撞擊變形合理性

從動態落摔也發現腳架撞擊後有確實的滑移並會延著鎖附位置開始變形，變形趨勢合理。

3.2 分析結果

參考圖 4 的應力分析結果可發現，最大應力出現在腳架兩端點轉角處，如框選區域，最大應力值 459MPa，遠超過 AZ91D 的降伏強度 159MPa，最大變形量為 4.1mm，遠超過此項測試 spec. 2.5mm

四、結構設變

進一步討論後依據 CAE 分析預測的應力集中位置進行 R 角的加大和碰撞處結構斷面剛性的強化，如圖 5 和圖 6。

五、改善效益評估

依據設變後的圖檔再次進行分析

，分析結果如圖 7。變形量分析結果由 4.1mm→2.1mm，變形量改善約 48%，變形量也低於測試標準 2.5mm，經與模具廠確認模具設變可行性後，便依此設變進行修模。

六、實驗結果

實驗結果如圖 8，QA 判定為 Pass

七、結論與未來展望

本例在測試 fail 發生後便透過 CAE 分析先找到造成問題的主因，並在應力集中處進行結構補強。而除了應力集中處補強外，從結構的斷面積部分也進行了補強，之後在正式修模前再次透過 CAE 工具來確保設變效益和問題改善程度，後續測試也證明了設變的有效性，設變一次就解決了落摔 fail issue，未來值得持續以 CAE 分析協助問題的解析和結構改善效益評估，減少修模次數和成本。

八、圖片



圖 1 QA test fail 照片

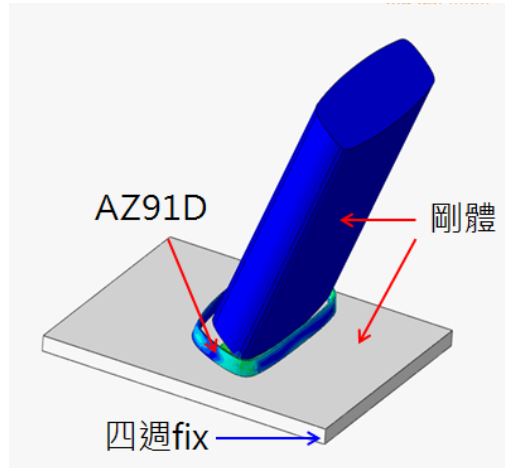


圖 2 材料與拘束位置

```

STEP 1: ORIGIN 0.0000
Total memory used for step 1 is approximately 1.2 gigabytes.
Global time estimation algorithm will be used.
Scaling factor: 1.0000
Variable mass scaling factor at zero increment: 1.0000

```

INCREMENT	TIME	TITLE	CPU	STABLE	CRITICAL	KINETIC	TOTAL	PERCENT
					ELEMENT	ENERGY	ENERGY	CHRG MASS
0	0.000E+00	0.000E+00	00:00:14	5.530E-08		3070446	0.000E+00	4.977E+00
INSTANCE WITH CRITICAL ELEMENT: MANIFOLD_SOLID_BREP_154985-1								
008 Field Frame Number 0 of 20 requested intervals at increment zero.								
262	1.724E-05	1.724E-05	00:02:01	6.647E-08		3739719	4.082E-01	4.440E-04
INSTANCE WITH CRITICAL ELEMENT: PATRON13_BTM_CABINET-IMPL-1								
563	3.724E-05	3.724E-05	00:04:01	6.646E-08		3739724	1.569E+00	1.165E-03
865	5.731E-05	5.731E-05	00:04:01	6.646E-08		3739721	3.241E+00	1.959E-03
1161	7.698E-05	7.698E-05	00:08:01	6.646E-08		2892950	5.235E+00	2.423E-03
INSTANCE WITH CRITICAL ELEMENT: PATRON13_EXT_BATT-1								
1467	9.665E-05	9.665E-05	00:10:01	6.646E-08		3739720	7.280E+00	2.520E-03
INSTANCE WITH CRITICAL ELEMENT: PATRON13_BTM_CABINET-IMPL-1								
1754	1.164E-04	1.164E-04	00:12:01	6.646E-08		3739186	9.285E+00	3.268E-03
2057	1.365E-04	1.365E-04	00:14:01	6.643E-08		3739186	1.134E+01	3.194E-03
2359	1.566E-04	1.566E-04	00:16:01	6.646E-08		3739724	1.346E+01	4.408E-03

圖 3 初步分析結果 STA 檔

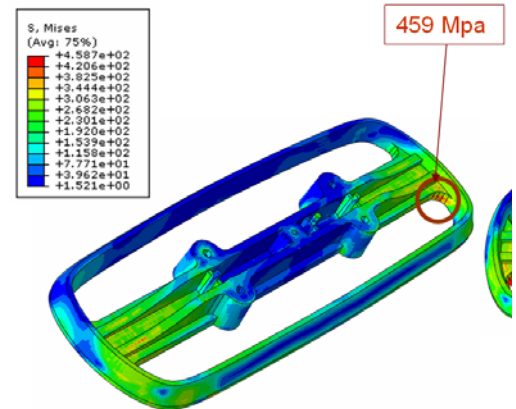


圖 4 初步分析應力圖

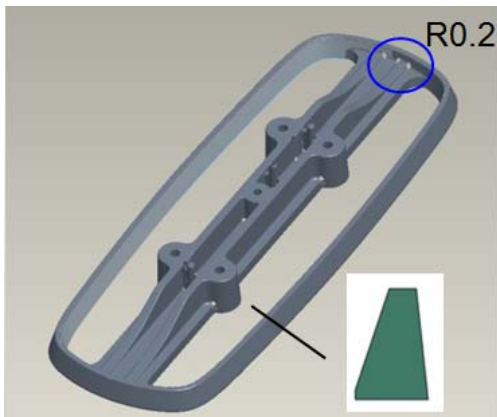


圖 5 原始結構端點圓角與斷面



圖 8 設變後結構測試結果

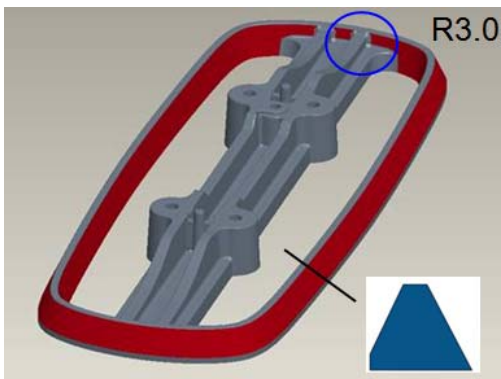
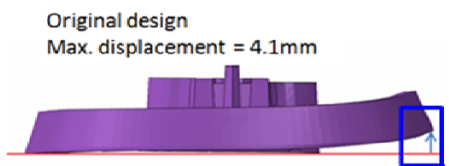


圖 6 設變後結構端點圓角與斷面



Feasibility evaluation
(improved 48%)

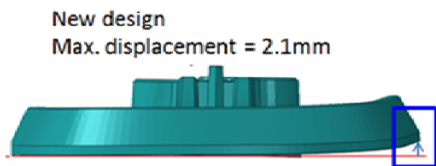


圖 7 設變前後變形量比較