

**筆記型電腦 14 吋 TFT 轉軸疲勞
測試模擬**

奇美電子股份有限公司

張志坤

前言

由於 Notebook 在執行信賴性測試時，前蓋開合測試(Hinge Life Test)是必測之項目。所謂 Hinge Life Test 是在模擬使用者在對 Notebook 進行掀蓋及合蓋時之動作，測試次數為開合兩萬次為基準做判定，如圖 1 所示。而由於液晶顯示模組(LCD Module)組裝於 Notebook 前蓋內，因此當使用者在對 Notebook 掀蓋或合蓋時，其前蓋將會受力而產生變形，相對於內的 LCD Module 也會受到壓迫而受力變形，導致其上的線路受損而畫面的訊號異常等問題。

Notebook 前蓋因材質不同所以強度也有很大的差別，其中以鋁鎂合金、及鋁合金強度較強，但價格較高，所以目前大部分仍以塑膠件來當材質。由於塑膠件強度不夠，受力時較容易產生變形，因此相對於其內的 LCD module 便面臨到強大的衝擊。有鑑於此，本文將針對 LCD Module 在 Notebook 的 Hinge Life Test 中，因 Notebook 前蓋受力變形，進而壓迫到 LCD module 所產生的變化，對於這整個過程來做模擬，以了解 LCD Module 的受損狀態分佈。本文將以 MSC.MARC 此軟體來作為分析工具，希望分析的結果能作為往後在解此問題時的參考。

問題描述

通常 Notebook 廠在做 Hinge Life Test 時，其失效現象通常是在 LCD Module 上發生畫面異常，如圖 2 所示，而這是因為液晶面板上的訊號 IC 斷線所導致，因此了解此現象如何發生，將可有較效的預防 以下本文將模擬以及解析此問題

模擬設定

在進行 Hinge Life Test 時，轉軸(Hinge)的強度(Kg. mm)及 Notebook 前蓋的強度將是重要因素，其對於整個結構的變形將有相當大的影響。

Notebook 前蓋在開合時，都先需有一定之預力才會開始做動，在此一時刻前蓋的變形將會到達最大，此後力量將稍減到一定值後繼續使其轉動。在模擬設定中，本文將以最大預力來進行模擬，以一個 Hinge 的扭力值為 95kg.mm，而一個前蓋會有兩個的架構，所以總扭力為 190 kg.mm，施力離 Hinge 的力臂大約為 240mm，因此最大預力約為 7.76N，圖 3 為示意圖。

本文以 MSC.PATRAN 為前後處理介面，而計算軟體(solver)為 MSC.MARC。由於若一開始便將所有部件都建立來模擬，此架構將太複雜，所欲探討之部分也無法得到較精確之結果，且切割的網格數會因過多或品質不良，而造成模擬計算上的困難，因此本文將模擬分為兩部分，第一部份為模擬整個架構的運動，進而求出內部各機構件的相對位移。而第二部分是將帶入第一部份所求得的相對位移，來設定為細部模擬時的邊界條件，來進行模擬。以下將針對大架構模擬及細部模擬兩部份，來分別進行設定說明：

A. 大架構模擬設定

首先建立主要部件，Notebook 部份為前蓋組零件(Front Case、Back Case)，LCD Module 部份為鐵框、膠框以及液晶面板(Panel)，詳如圖 4 所示。在邊界條件設定方面，前蓋底 Hinge 連接處，因前蓋在受最大預力去推之前，Hinge 是不會轉動的，模擬時將會把此處的三個自由度(x,y,z)固定，而前蓋右上處將施以前文所求之預力(7.76N)，圖 5 為模擬邊界示意圖。在此所有部件都將以實體網格來建構。

B. 細部模擬設定

在細部模擬的主要部件有鐵框、膠框、液晶面板、背光模組【導光板(LGP)、三張膜片】印刷電路板(PCB)以及 TAB(Tape Automated Bonding, 此為連結 Panel 與 PCB 之軟片，其上載有驅動 IC)，如圖 6 所示。

將斷線 TAB 附近的區域切割出來，再將大架構模擬的結果載入當其邊界條件來進行模擬與解析。

模擬結果

首先觀察大架構的模擬結果，如圖 7 所示為垂直面板方向(Z 方向)的位移分佈，位移量從右上角向左下角遞減，因此右上角內的部件將有較大的相對位移，圖 8 及圖 9 所示為 Notebook 前蓋組零件應變分佈圖，有此分佈更可進一步了解前蓋的變形主要集中在右上及右下處，所以在實際情況中 LCD 右上方的 TAB 斷線處在此模擬結果中變形量較大。

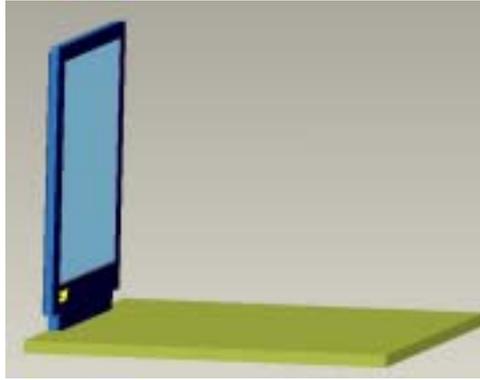
接著再取細部模擬結果來進行觀察如，圖 10 所示，在此我們直接觀察 TAB 的變形狀態，由圖 11 到圖 13 分別是 TAB 在 X、Y、Z 方向的位移向量分佈，連接 Panel 處 TAB 為向正 X 移動，連接 PCB 處為向負 X 向移動，而整體在 Y 方向都是向正 Y 移動，只有在右上方頂端，因受擠壓而向負 Y 移動，最後在 Z 方向方面，整體由右至左遞減的向負 Z 方向移動。

再來觀察其應力分佈現象，可得在 TAB 與 Panel 膠合處，靠近左右兩端為應力集中區。

由模擬的各結果可知，在右上部的 TAB，因外殼受力擠壓 LCD Module，而其內部機構產生不同的位移，因此對其造成拉扯，而在與 Panel 膠合的左右兩端處，造成應力集中現象。

結論

由於 TAB 連接 Panel 與 PCB，因此在做 Hinge Life Test 時，其相對運動會較大，而導致於 TAB 被拉扯受損，有鑑於此在往後防止此類問題再發生，便要有效將低 Panel 與 PCB 的相對運動量，或是增加 TAB 與相鄰物件的距離等，都有助於減輕的 TAB 受損。



Front case

圖 1 Hinge Life Test



訊號斷線

圖 2 畫面異常現象



最大預力

力臂

Hinge

圖 3 施展預力示意圖

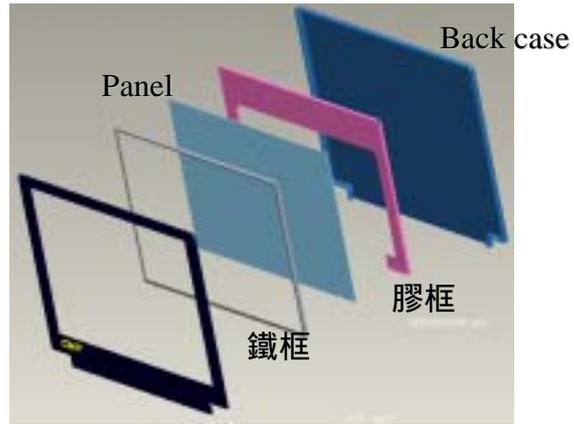


圖 4 大架構模擬部件

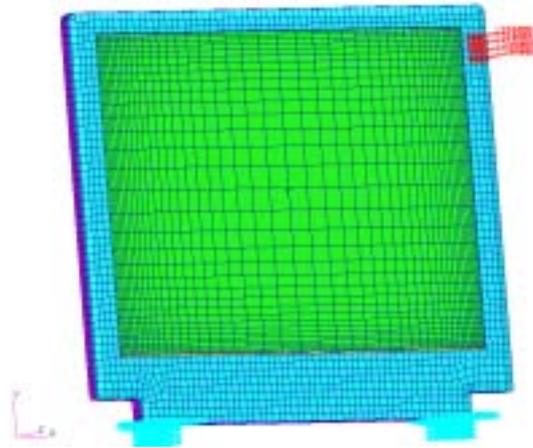


圖 5 大架構模擬之邊界條件設定

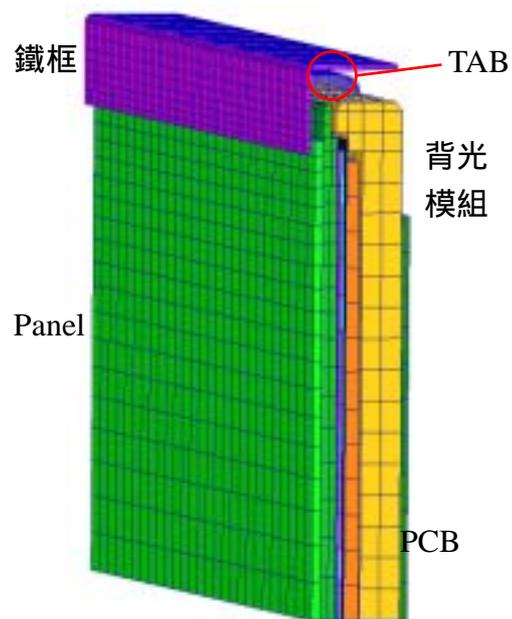


圖 6 細部模擬部件

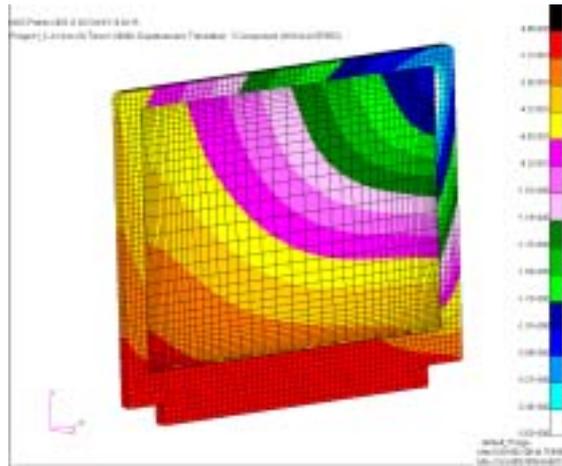


圖 7 大架構 Z 方向位移

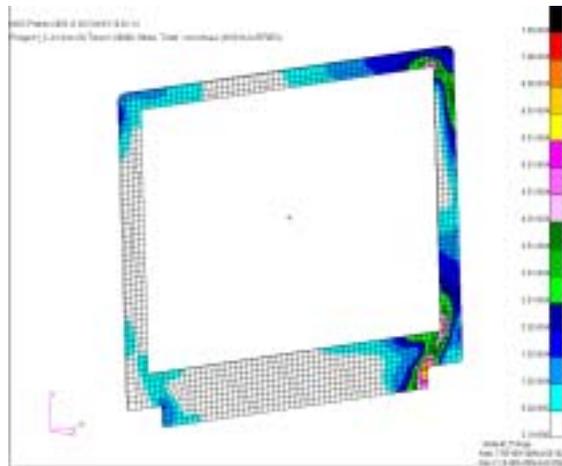


圖 8 大架構 Front Case 應變分佈

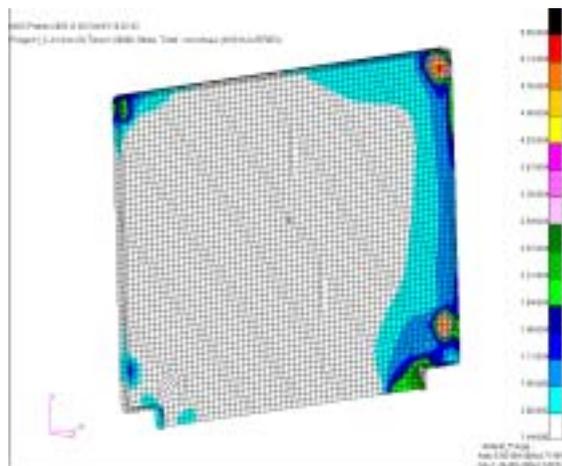


圖 9 大架構 Back Case 應變分佈

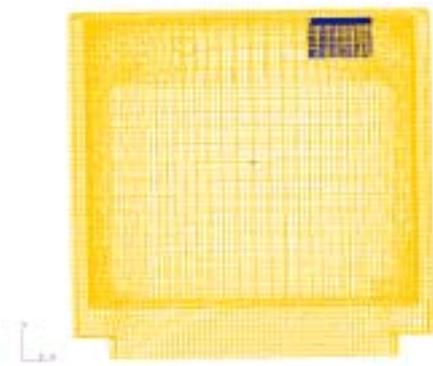


圖 10 細部模擬示意圖

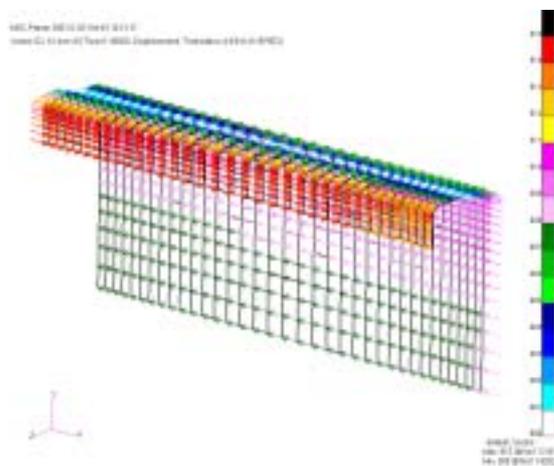


圖 11 TAB X 方向位移

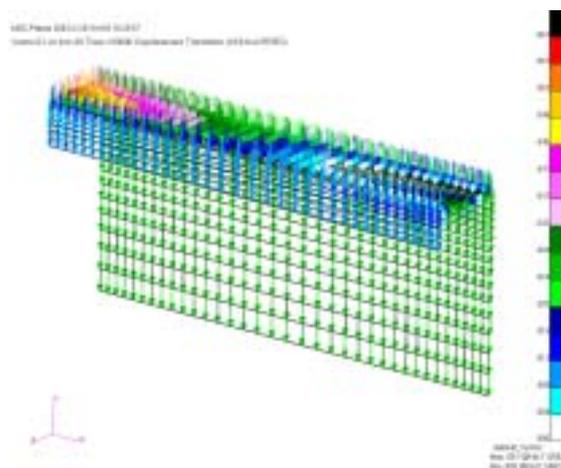


圖 12 TAB Y 方向位移

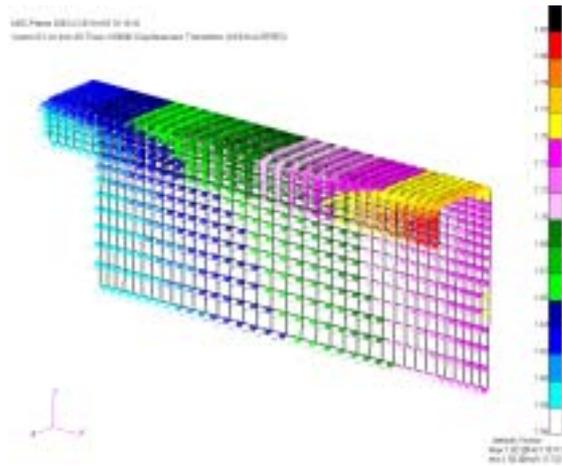


圖 13 TAB Z 方向位移

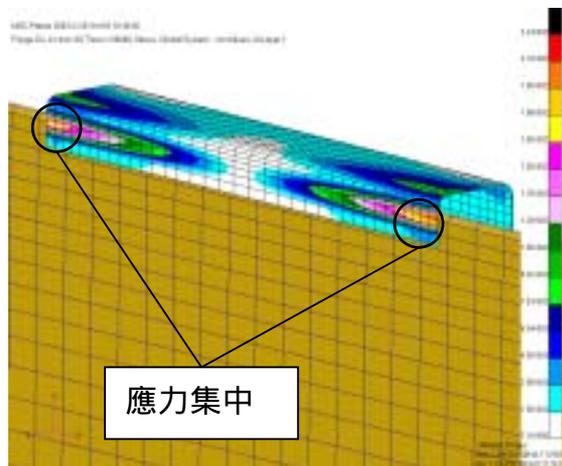


圖 14 TAB 應力分佈