

液晶電視邊框於熱循環試驗下之熱固耦合分析

葉斯齊, 張奕文

廣達電腦股份有限公司 產品設計中心

摘要

本文使用有限元素法探討液晶電視邊框在熱循環測試時，對外觀塑膠件以及鍍鋅鋼板結構件在非等溫情況下的力學行為。相異的材質其受熱膨脹後之變形量不同，因此在組立件互相結合時，會產生力的推擠進而導致組件產生裂痕，透過電腦輔助軟體進行設計變更改善了此不良現象。

關鍵字：熱應力、熱固耦合、熱循環、有限元素法

一、緒論

新一代的電子產品不但講求成本降低與更高的可靠度，在機構設計的空間上也日益輕薄短小，如何在更小的空間中容納結構較強的機構設計成為各界關切的問題。大尺寸液晶電視在進行高低溫循環測試後，因外觀件為塑膠材質其熱膨脹係數遠大於金屬結構件之熱膨脹係數，在擁擠的設計空間中，冷熱循環所產生的膨脹效應導致塑膠件在表面有破裂的現象；為了能有效解決此問題，本文使用有限元素分析軟體 ABAQUS，期望透過電腦輔助分析軟體找出其結構上的問題點進而提供設計改善方案。本文分析比較了改善前後兩種不同的機構設計，與實際熱循環測試後的結果做比對驗證。

二、熱循環試驗

目前業界針對熱疲勞行為，常使用加速的方式來測試。其中最常見的測試方法為熱循環試驗 (Thermal Cycling Test, TCT) 和其他實驗方法相比，此方法可以大幅縮短試驗時間。

本文之試驗條件為在 642 分鐘內給予攝氏零下 20 度至 70 度之間的溫度循環 (圖一)，圖二為本試驗所使用的熱循環試驗機台。原始之模型於上述熱循環試驗後在液晶電視邊框有破裂產生 (圖三)

三、有限元素分析

本文的結構模擬有以下假設：

1. 由於模型的對稱性，採取四分之一的模型以縮短時間 (圖四)
2. 溫度變化時，模型整體結構的溫度相同
3. 不考慮殘餘應力與重力的影響
4. 分析中所使用之熱膨脹係數與楊氏係數皆與溫度相關 (客戶提供)

模擬分析之結果發現模型的組立條件 (圖五) 在塑件與金屬件之間留下的空隙過小，螺絲孔徑在設計時忽略了製造以及熱膨脹後造成的公差，選用的螺絲拘束力較強在組件形變時無可變形預度。

針對上述之不良設計使用有限元素分析軟體提出設計變更方案，在不影響結構強度下增加塑膠組件與金屬件之間的空隙，將拘束力較強的螺絲改用可變形預度較大的螺絲 (圖六)，將金屬件上的螺絲孔徑變更成橢圓型 (圖七)，增加其公差可容忍的空間。

四、分析與試驗之比較

使用有限元素分析軟體 ABAQUS 進行依序耦合熱應力分析 (Sequentially coupled thermal-stress analysis) 將溫度場視為熱外力作用於應力分析之模型。原始模型的應力值在熱循環期間的 70 度區間時為 24.5MPa (圖八) 接近客戶所提供之降伏應力

(70°C)；設變後的模型於相同溫度區間，其應力值為13.5MPa(圖九) 有效的降低約45% 應力，在熱循環試驗後不再發生塑膠組件受熱應力破壞的現象。

將原始模型塑膠件的時間與應力曲線和溫度與降伏應力曲線合併(圖十)可以清楚的看見，在高溫區間塑膠件應力與降服應力相當接近，在第二個熱循環後應力值幾乎等於降伏應力；設變後模型的合併曲線(圖十一)可見應力明顯降低，就算在兩個熱循環後應力值與降服應力仍然有相當程度的差距。

五、結論

1. Because the expansion coefficients of metal and plastic are different, it will make critical stress at the contact area when applying thermal load to the model.
2. In Original model, the max. von Mises stresses of Front_Cove (plastic) are 26.7 MPa (exterior) and 24.5 MPa (interior) at 70 degree and they are dangerous for PC+ABS (Tensile Strength at Yield : 26 MPa at 70°C, 56.1 MPa at -20°C)
3. In modified model, the max. von Mises stresses of Front_Cover (Plastic) are less than yield stress curve at any temperature (photo 11).
4. According to the compare curves (photo 10 & photo 11), we can check that modified model can decrease over 40% of the stress at the same critical area.
5. According to the result, there is no space to move around the screw hole of metal bracket and the metal bracket can't disperse the stress which is come from the expansion of Front_Cover (plastic).
6. We could find that it has more displacement around the ellipse holes of the metal bracket in modified model and it can help decrease the distribution of the stress.

六、圖片

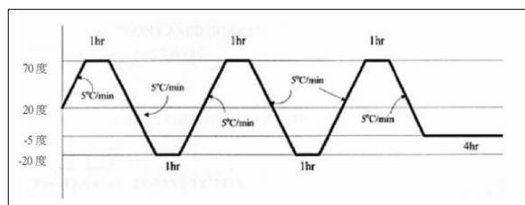


圖 1 熱循環時間與溫度圖



圖 2 熱循環試驗機

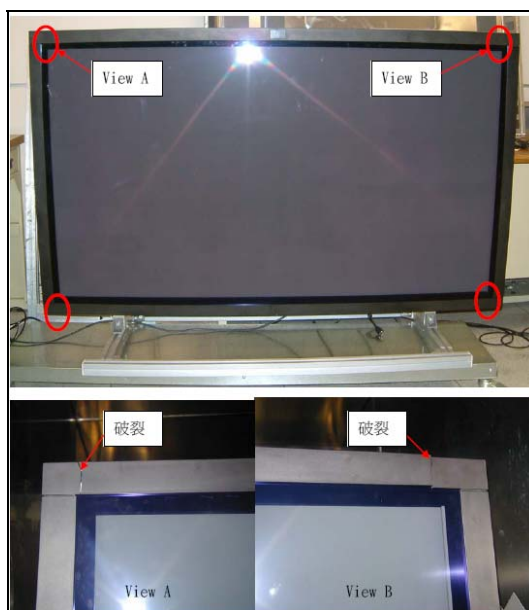


圖 3 原始模型熱循環試驗後之結果

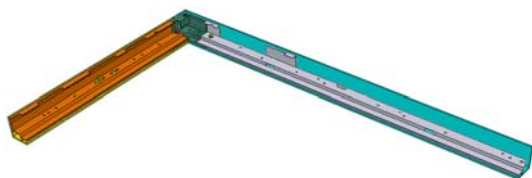


圖 4 四分之一的模型

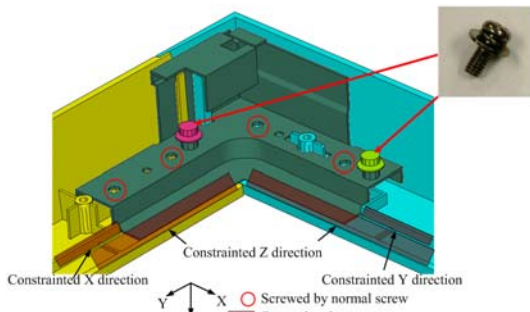


圖 5 原始模型的組立條件

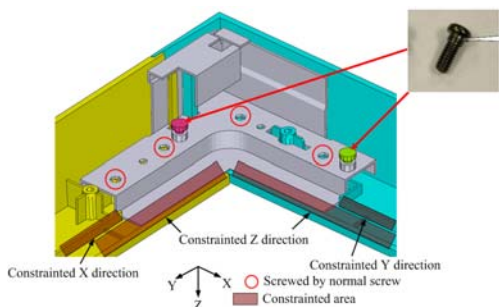


圖 6 設變後模型的組立條件一

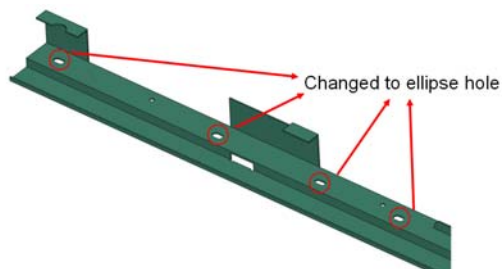


圖 7 設變後模型的拘束條件二

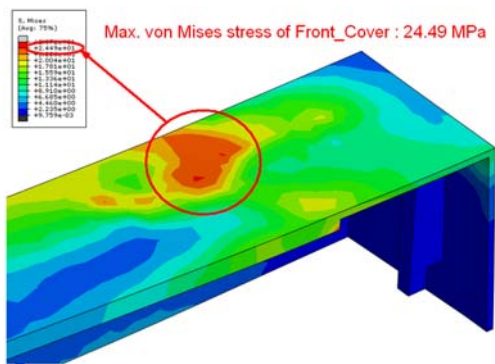


圖 8 原始模型的應力彩現圖

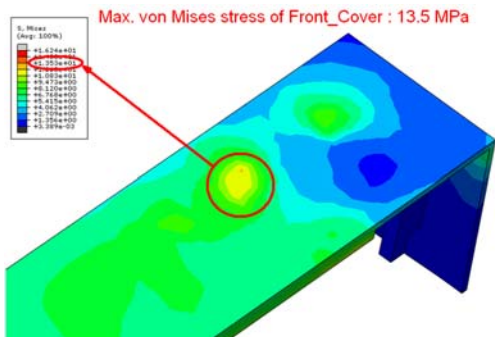


圖 9 設變後模型的應力彩現圖

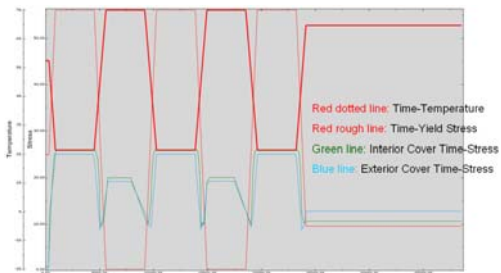


圖 10 原始模型的合併曲線

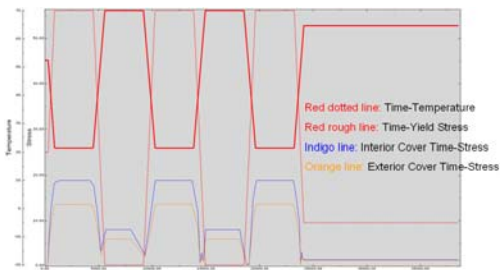


圖 11 設變後模型的合併曲線