

# An Improved Approach for Panel Deformation Prediction

李明山, 黃玉鑫  
緯創資通股份有限公司

## 摘要

在一般筆記型電腦、一體機(俗稱AIO)或顯示器單體或系統的結構模擬時，需要建立面板模型以貼近實際的測試結果，但常受限於面板內部零件為面板廠的機密及know-how，因此難以取得內部零件的細部圖檔。本文主要簡介在無法取得面板內部圖檔時，詳細面板有限元素模型的建模方式並說明簡化面板模型與詳細面板模型差異，利用實驗對照以獲得更精確的模擬結果，並由模擬及實驗的對照中，藉由對照面板變形所反映的行為與模擬模型中表現的數值，用以未來在判斷面板MURA及後續受損的標準。

**關鍵字：**面板、AIO、有限元素模型、MURA

## ABSTRACT

In simulation of panel, notebook and AIO (all in one computer), it is necessary to build complete panel model to approach the real test result. But the detail drawing of panel is difficult to get because it is confidential for panel vendor. In the paper, a method is introduced for building detailed panel finite element model under such condition that the internal structure of a panel is not provided. This method can also help compare the difference between simplified and detailed panel model. The method is then verified by real tests to get more realistic result. By this approach, one could not only understand the deformation behavior of real panel in simulation model but also provide a MURA and damage check standard for future case.

**Keywords:** panel, AIO, finite element model, MURA

## 一、緒論

電腦相關產品如 notebook, AIO (all in one) 電腦，為能確保產品出貨時的品質及使用時可能會面臨的狀況，於產品設計階段時均會經過一連串測試及驗證。以 AIO 為例，由於 AIO 電腦類與一般螢幕類似，除有觸控功能的 AIO，於面板外有一觸控玻璃外其面板於正常狀態下均暴露於外。且相較於一般螢幕而言，AIO 電腦由於是配備完整的主機於機殼內，面板後方重量更可達 8kg 以上，因此於包材落摔驗證時，面板所受到的力量更大，其包裝保護更顯為重要。一般常見面板的損傷有面板破裂(圖 1)、漏光(圖 2)、外觀變形而產生間隙(圖 3)，等...。當產品已在試驗測試階段，發現面板出現損傷時，由於內部機構設計已經接近完成，因此通常利用包材變更去設法解決，但其效果往往有

限，因此為能前期解決該問題，則於機構設計階段時導入結構模擬分析，盼能提早預測實際測試時面板及機構件可能發生的問題。

## 二、方法回顧

### 2.1 簡化面板模型

在設計初期，為提早預測問題的發生，會利用模擬分析先進行評估，而先需取得模擬所需的圖檔，而面板廠僅會提供無特徵的幾何外觀 3D 圖檔，其圖檔也僅有外表面，而面板廠也視內部圖檔為其機密，而難以取得，因此在先前模擬時，面板僅取其外觀尺寸，而內部結構、背光模組、液晶玻璃部分則取約略尺寸，放入簡化的面板模型，如圖 4。

## 2.2 簡化面板模型問題

在進行面板簡化時，其實就與實際的面板上就已有部分差異，其差異與造成後續模擬行為的影響舉例如下：

1. 簡化面板模型取實際面板的外觀尺寸，將面板前框與後鐵件建立為一件，實際面板的前框與後鐵件，則僅是利用卡扣的方式結合，如此在結合強度上，簡化面板無相對變形的空間，而會過分強化面板，且實際面板在受力後，有可能於卡扣處變形，簡化模型亦無法表現此現象。
2. 由於無內部細部圖檔，簡化面板內部的堆疊僅以已知的玻璃、背光模組進行模擬，實際的面板內部是利用一塑膠中框將內部液晶玻璃及背光模組做定位，且利用中框上的卡勾固定前框及後鐵件，在堆疊上已有頗大的不同，且簡化模型中，並無進行固定，其堆疊及力量傳遞的方式亦有相當程度的不同。
3. 簡化模型背光模組的厚度亦決定該面板的強弱程度，若無實際的面板成品可參考情況下，僅能先以過去成品的厚度去進行假設，如此會造成面板強度上的差異。
4. 簡化面板其中的液晶玻璃厚度與疊成在簡化模型中僅為一假設厚度，因此難以判斷面板於落摔後是否會破裂上，而玻璃的參數始終難以取得。

上述僅列出幾點簡化模型與實際面板的差異及在模擬中造成的影響，其中仍有更多差異的部分需要去調整，而無法取得細部圖檔情況，且需要快速建立模型的情況下，想要做出精確地模擬結果是有其難度的。

## 三、詳細面板建模方法

為了克服上述所列出簡化模型的問題，因此考慮了幾點在無詳細圖檔的情況下，改善面板建模的方法：

1. 逆向工程，取實際面板並拆解後進行細部量測，該方法會有執行上

的困難(1)首先是面板廠通常會配合品牌客戶開發面板，而在設計初期，有可能無法取得實際的面板。(2)面板上的尺寸可能會小至0.1mm，在量測上部分小尺寸可能難以量得而被忽略。(3)逆向工程耗時且不易取得，若要獲得精確地尺寸，勢必需要三維逆向工程的量測設備，另外在取得逆向工程後的幾何圖檔後，組裝的對位及干涉排除仍會花費一番工夫。

由上述介紹可知，欲進行逆向工程取得面板詳細圖檔，可能曠日廢時。

2. 利用幾何前處理軟體進行逆向工程建模，由於將幾何拆解為各個部件，將缺漏的面補上，此方法雖然仍與實際面板仍有差異，但如此可先克服鐵件無法拆開的問題、中框部分尺寸可掌握、疊層的排列有依據、液晶玻璃上應力值較有參考性。因此可採用此方法進行後續詳細面板的建模，如圖 5。

## 四、模擬模型比較

首先對簡化與詳細模型在薄型 AIO 如圖 6，結構件上做比較，分別將簡化及詳細面板模型放至 AIO 中，在模擬中利用一圓形壓頭，由 AIO 背面施加力量，並在模擬中比較，由比較表 1 簡化面板與詳細面板位移量比較可得知，詳細面板模型的位移量，約大於簡化面板變形量 20%，由此可知先前簡化面板假設過硬。

## 五、面板下壓測試

為比較簡化面板模型與詳細面板模型與實際面板模型差異，因此先進行單一面板的下壓實驗，實驗設置如圖 7，以取得力位移曲線，並反覆持續增加荷重，同時觀察面板上 MURA、漏光、破裂時的變形量與變化。

## 六、面板試驗與模擬比較

同樣建立一樣的詳細面板模型，進行下壓模擬，由外觀查看模擬的中受壓鐵件變形的的位置及趨勢與試驗值相當符合，如圖 8 面板變形比較，並將實驗與模擬的

力位移圖做比較，可發現力位移的趨勢及數值亦相當接近，僅於面板變形接近至永久 MURA 及破裂時刻力量位移曲線有較大差異，因此若利用該詳細面板模型進行預測，其力量位移的表現具有相當的參考性。

## 七、實際包材落摔應用

在確認詳細面板模型與實際面板的表現行為接近後，將此模型應用於 AIO 整機包材落摔模擬中，取先前已利用簡化面板模型的落摔案例來看，由簡化面板模型模擬中僅能預測卡勾跳開或結構件的永久變形，如圖 9，但實際試驗中的面板永久變形，卻無法預測，如圖 10。若改用詳細面板模型進入落摔模擬中，則可看到面板的永久變形，其出現位置及變形量均與實際試驗接近，如圖 11 詳細面板應用於整機落摔，在能預測面板永久變形後，最後亦希望藉由模擬去解決落摔試驗中發生的問題，於此例中，在不增加包材成本下，將包材設計修改後，再次進行模擬，由結果得知，面板的永久變形有顯著的改善，由此整機包材落摔模擬案例中可知，利用詳細面板模型可預測真實面板變形行為，並利用模擬結果提供改善對策以解決問題。

## 八、結論與未來展望

由上述一連串單面板模型建立、試驗比較到整機落摔模擬中，可知：

1. 在無法取得面板詳細三維圖面情況下，利用前處理軟體進行詳細面板的建立，可將面板前框、後鐵件、塑膠中框及背光模組及液晶玻璃模型分別建立，其疊層及接觸行為也較貼近真實面板。
2. 由面板模擬模型比較，詳細面板模型的位移量，約大於簡化面板變形量 20%，由此可知先前簡化面板假設過硬。
3. 由實際面板下壓測試，可以觀察面板上 MURA、漏光、破裂時的變形量與變化，作為未來與模擬判斷的依據。

4. 面板試驗與模擬比較中，詳細面板模型所得到的模擬結果，其力量位移的表現具有相當的參考性，但在接近面板損壞時，力量與位移差異較大。
5. 於實際包材落摔應用中可知，利用詳細面板模型可預測真實面板變形行為，並利用模擬結果提供改善對策以解決問題。

針對含有面板的產品，如筆電、AIO、螢幕等，以目前詳細面板模型的建立，可於產品設計開發初期，有效預測可能發生於測試驗證中或未來使用者可能會造成問題的狀況，如此不但可減少未來問題的產生，同時減少測試驗證中 try and error 的次數，有效縮減開發時程，由模擬中亦可詳細觀察問題產生的過程，幫助設計人員找出問題原因。

在本文中，所進行真實面板下壓測試，對於了解面板損傷現象相對於下壓的力量及位移，在未來模型中判斷問題的發生點一有重大的貢獻。

而針對面板模擬部分，未來仍尚待研究的部分有：

1. 液晶面板因受壓產生破裂的問題，其中液晶面板中的玻璃強度與液晶影響及材料模型仍是未來努力的目標。
2. 背光模組內膜片材料特性研究，並探討其強度對面板強度的影響程度。
3. 各種樣式面板的強度定義，如 MURA 發生的位移量或可參考的數值等，仍需要大量試驗以獲得一歸納值。
4. 未來其他面板，如 AMOLED、In-cell touch 或各式面板的特性研究，均是未來可研究的目標。

## 九、表格

Cover Material	Simplify Panel Displacement by CAE (mm)	Detail Panel Displacement by CAE (mm)	Error (%)
PC+ABS	2.825	3.46	18.4%

表 1 簡化面板與詳細面板位移量比較

十、圖片



圖 1 面板破裂

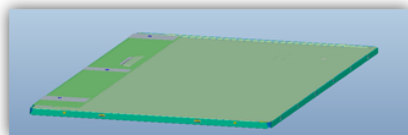


圖 2 面板漏光



圖 3 外觀變形而產生間隙

ProE (One part and no feature)



Simulation (Simplify to two parts)

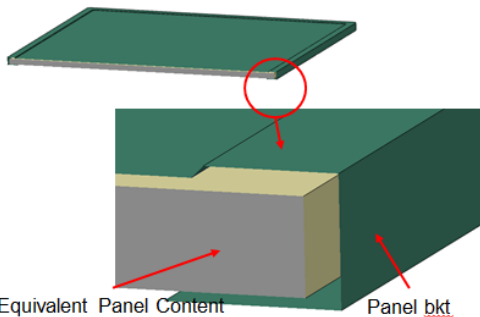
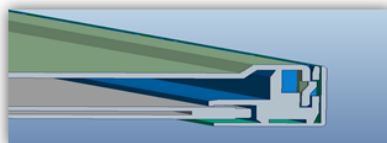


圖 4 簡化的面板模型

ProE (Separate part from panel)



Simulation (Detail parts)

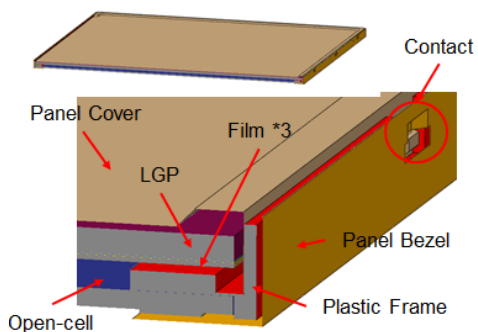


圖 5 詳細的面板模型

25 mm diameter Head  
10 kg

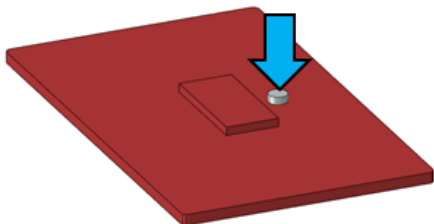


圖 6 薄型 AIO



圖 10 實際落摔面板變形

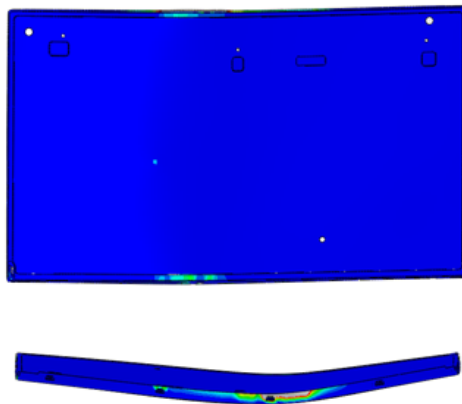


圖 11 詳細面板應用於整機落摔



圖 7 單一面板下壓實驗

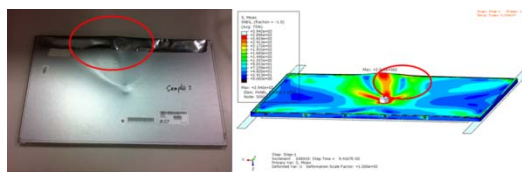


圖 8 面板變形比較

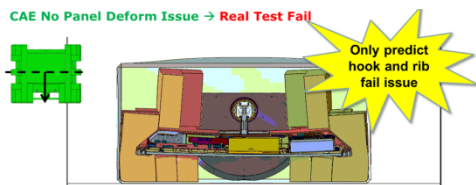


圖 9 簡化面板應用於整機落摔