

Building Up Material Property for Molded Paper Pulp Using Abaqus and Isight

溫奕興, 黃玉鑫
緯創資通股份有限公司

摘要

隨著日益嚴格的環保規範和歐盟指令，電子產業中對於環保包裝材料的要求也變得相當普遍。其中，紙漿塑形的包裝材料，挾其有競爭力的價格以及使用回收材料的特性，已經廣泛在筆記型電腦和電子產品包裝緩衝中，取代發泡聚苯乙烯及發泡聚乙烯。然而，相對於這兩種發泡材料，整個業界對於紙漿塑形的包裝材料，仍然無法提出有效的有限原素模擬模型或是設定方式。其原因為紙漿材料具有不同的拉伸和壓縮特性。本研究在士盟科技協助下，使用尚在開發中的使用者副程式以及達梭系統的Isight，配合對比實際測試，對於如何使用Abaqus建立試片階和系統階的紙塑有限原素模型做一個初步探討。

關鍵字：紙漿塑形、有限元素法、Isight、Abaqus、不同拉伸壓縮之塑性變形

ABSTRACT

As the environmental regulation and directives went striker year by year, the need for eco-friendly packing materials had become a common requirement in electronic industries. Amount them, the MPP (molded paper pulp) trays using recycled material with competitive cost, had taken place of EPE/EPS as packing cushion in laptops and other electronics package. However, compared to modeling EPE or EPS material, a suitable FEM model for MPP simulation remains unknown throughout the industry. The main reason for that is paper pulp has different property when material subject to tension force from that subject to compression force. With the help of *Simutech*, this thesis using an under-developing user-subroutine and *I-sight* to demonstrate a preliminary process of modeling MPP material in both specimen and product level compared to experiment results using Abaqus.

Keywords: MPP (Molded Paper Pulp), FEM modeling, Isight, Abaqus, different tension compression curve with plasticity.

一、緒論

近年來紙塑用於 3C 產品中的緩衝月來越普及，然而對於紙塑模擬設定方式，頁借並未有一個適切的模型描述。本研究將簡述如何進行紙塑緩衝的動態衝擊模型。對於紙漿材料模擬之關鍵有二，其一為紙塑纖維堆積方向。因為紙漿在成形過程中，是將回收的紙打散成散亂的纖維漿，澆灌於模型上風乾成形。因此可以假設纖維是均勻分布於各方向。本研究也因此模擬上，將紙塑假設為等向性材料。其二為其壓縮與拉伸曲線

之陽氏係數、降伏點差距極大，而在 Abaqus explicit 模型中沒有可以設定此種材料卡片的模型可供使用，因此需要額外的使用者副程式以達成模擬的準確性。

二、研究方法

2.1 試片與凸台靜態實驗

本研究以實驗手法先求得紙漿試片的抗拉強度和陽氏係數，以 Shell 元素模擬紙漿試片的拉伸結果發現可以吻合，其陽氏係數約等於 300MPa。架設如圖 1 所示。

接下來以壓縮測試，測得紙塑試片的壓縮的陽氏係數，因為片材形狀實驗架設困難，而無法確定確切的降伏點，其測得的陽氏係數準確度也無從得知。從初始壓縮斜率可得壓縮陽氏係數約等於 20MPa。

本研究進一步將紙漿製成一倒置浴缸之形狀的凸台架設如圖 1 右所示，用以模擬包裝緩衝的緩衝結構。用拉伸試驗機，以一平版壓縮圖台，進行下壓實驗，對比相同模型之模擬設定條件。其對比結果發現：使用拉伸陽氏係數做為紙塑的材料性質的凸台模擬之下壓反力，較實驗結果的反力為大；而以壓縮試驗做為凸台材料性質進行模擬得到的反力，較實驗反力為小。且即使修改陽氏係數使得反力接近，其位移-反力曲線之趨勢與測試完全不同，如圖 2 所示。

由上述實驗和模擬對比可得之，不論以試片壓縮陽氏係數或是拉伸陽氏係數做為模擬材料設定，輸入到浴缸形狀凸台模擬中，得到凸台下壓模擬的設定都是不準確的。



圖 1 拉伸試驗與凸台

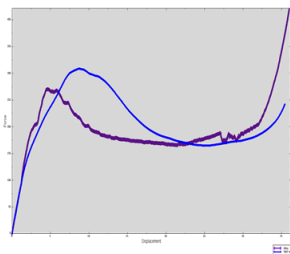


圖 2 未使用壓縮曲線之模擬



圖 3 下壓測試後凸台樣貌

2.2 使用者副程式與 Isight 性質搜尋

因此本研究轉向士盟科技尋求解決方案。使用士盟科技提供的試作版使用者副程式分別輸入拉伸和壓縮的陽氏係數與降伏點進行試作。由於第一章節提到壓縮段的性質不確定之問題，對於這個問題之解決方案，同樣在士盟科技的協助下使用達梭系統的 Isight 軟體(圖 5)進行材料性質猜測。利用電腦多次猜測不同的下壓線段數值如圖 4，對比實驗和模擬的反力圖，以求得接近實驗的數值。

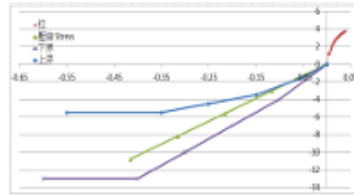


圖 4 預猜壓縮線段材料性質值範圍給 Isight



圖 5 Isight 搜尋下壓線段性質設定流程

最後取得的力位移曲線，使用同一參數輸入模擬材料性質，而能夠對比真實樣品測試的結果，及使不同形狀的凸台也得到趨勢接近的反力曲線。其誤差為約為 9%，其力量位移和測試凸台外觀，如圖 6 所示。

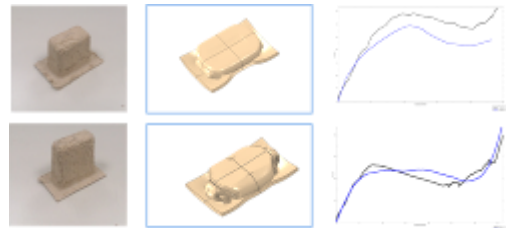


圖 6 Isight 搜尋壓縮曲線之模擬對比實驗

2.3 凸台動態性質驗證

完成靜態實驗後，由於電子產品落摔都是高速衝擊行為，因此有必要設計動態落摔實驗，以便與 Abaqus Explicit 模擬做對比。本研究模擬和實驗設置的方式，係以一鋁重塊以特定高度落摔於凸台形狀之上。量測鋁重塊之加速度值，與模擬做對比，其架設圖如圖 7 所示。



圖 7 動態落摔實驗設置

本研究在動態模擬上不同之凸台，也取得了不錯的 G 值實驗對模擬之準確度。誤差在 30% 以下。其外型與 G 值模擬實測如圖 8 所示。

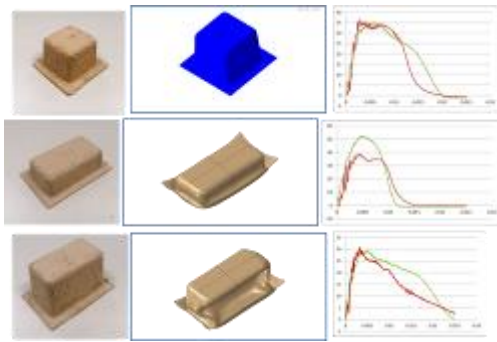


圖 8 動態落摔實驗對比模擬

三、準系統與系統階驗證

將得到的動態參數輸入系統包材的材料設定，以一塑膠塊中間貼上加速規測試，以及搭配真正產品做實機測試，與模擬比對。其實驗結果模擬對比，以及塑膠塊與紙拖盤緩衝以及系統之外觀如下圖 9 及圖 10 所示。

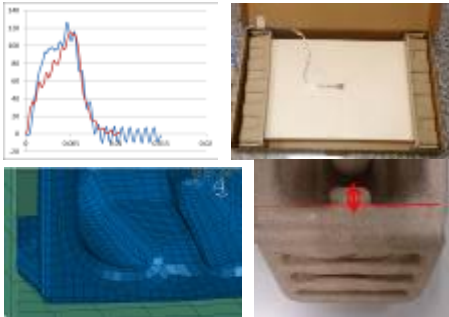


圖 9 紙塑準系統階



圖 10 使用紙漿塑型之系統

四、未來展望

在測試和實驗過程中，發現瓦楞紙版對於緩衝也會有一定的效果，因此如能透過類似手法，將瓦楞紙參數也輸入模型中考慮，或可作為未來研究動態衝擊之一可能方向。

五、特別感謝

在研究過程中緯創資通包裝設計部門同仁劉安朕、高逸誌共同協助設計實驗與打樣安排。愛綠紙塑公司協助進行紙拖樣品試作。以及感謝最重要的合作夥伴士盟科技蘇技術經理 旭民先生，及資深研究員 Mr. Philip Williams 全力相助而得以完成此研究，特此感謝。