

多孔材料之製造技術開發與性質探討

鄭世傑、王正賢

E-mail: 343884@mail.dyu.edu.tw

摘要

本研究目的為探討「複合材料三明治結構件發泡內充壓製程」加工所需之製程參數量化依據。新製程結合了複合材料吹袋製程與夾層結構製程的特色，並改善此兩種傳統製程在複雜造型的加工缺陷，以發泡作用時產生的發泡壓力使複合材料受壓成型。目前產品實務製作仍以試誤法調整加工參數，尚缺乏量化指標做為參數修正的評估依據，因此本研究將關鍵的發泡部分以三方面探討（1）發泡材料特性（2）製程加工參數（3）發泡多孔材料結構性質。以排水集氣法測量發泡劑發氣量與大量發泡溫度，並比較不同發泡劑之發泡速率等實驗，評估發泡材料於製程中的適合度。在此基礎條件下，藉由熔體壓力實驗方式獲取發泡劑量及總體密度對於發泡作用時之發泡壓力、發泡溫度、發泡時間與加溫梯度之間的關係，作為本製程加工參數的主要參考依據。此外，藉由自行設計的測量平台，量測製程下發泡多孔材料之等效剛性，以及使用電腦輔助工程軟體ANSYS以程式化建構隨機亂數多孔模型比較驗證。研究結果顯示，在輕量化的限制下，調整劑量為提升發泡壓力的有效方案，但劑量過高會造成泡孔結構崩潰，使得複材的成形受到影響。而在相同加溫條件下之發泡作用，其大量發泡作用的時間區段近乎一致，不受發泡劑量與總體密度的影響。

關鍵詞：發泡、多孔材料、複合材料、三明治結構

目錄

封面內頁 簽名頁 授權書 iii 中文摘要 iv Abstract v 誌謝 vi 目錄 vii 圖目錄 x 表目錄 xiv 第一章 緒論 1 1.1 研究背景 1 1.2 研究動機 2 1.3 研究目的 4 1.4 研究方法 5 第二章 文獻回顧 8 2.1 發泡劑 8 2.2 塑膠材料特性 13 2.3 發泡基材選用 16 2.4 發泡材料與複合材料之配合條件 17 第三章 研究方法 19 3.1 複合材料內充壓製程 19 3.2 複合材料製程溫度 26 3.3 發泡劑選用 28 3.4 發泡基材適用性與選擇判斷 29 3.5 發泡母粒製程比較 32 3.6 發泡實驗測定與推算 34 3.6.1 發泡氣體生成量測定 34 3.6.2 發泡作用壓力測定 37 3.7 發泡結構內含空氣壓力計算 41 3.8 多孔材料之性質量測 43 3.8.1 多孔結構試驗樣品製作 43 3.8.2 多孔材料基本物性量測 44 3.8.3 多孔材料結構剛性測試 47 3.9 電腦輔助工程分析 51 3.9.1 多孔材料模型建立 51 3.9.2 重複單元型態 53 3.9.3 空孔率與密度之關係 54 3.9.4 隨機亂數與臨界值判斷 55 3.9.5 網格化與邊界條件 57 第四章 結果與討論 59 4.1 發泡劑選用比較 59 4.1.1 發泡劑速率觀測比較 59 4.1.2 發泡劑量與氣體生成量關係 63 4.2 發泡推擠壓力量測比較 64 4.3 泡孔孔徑觀測結果 72 4.4 等效彈性係數 79 4.5 等效剛性之CAE模擬預測 82 4.6 不規則造型結構件實品 88 第五章 結論與未來發展方向 90 5.1 結論 90 5.2 未來發展方向 94 參考文獻 95

參考文獻

- [1]蘇俊誠，“複合材料三明治結構件之二次發泡填充製程開發與應用”，私立大葉大學工業工程與科技管理學系碩士學位論文，2007。
- [2]王正賢，賴?民，蘇俊誠，複合材料三明治結構之內部發泡填充製程開發，中國機械工程學會第二十四屆全國學術研討會論文集，D09-0005，桃園中壢，台灣，2007。
- [3]王正賢，賴?民，郭子鈺，林予農，唐鎮球，發泡棉內結構件之複合材料厚層板製程開發，中國機械工程學會第二十五屆全國學術研討會論文集，D07-07，彰化大村，台灣，2008。
- [4]王正賢，賴?民，林予農，鄭世傑，多孔性材料結構之等效物理性質預測，中國機械工程學會第二十六屆全國學術研討會論文集，D12-032，台南市，台灣，2009。
- [5]林予農，“異質層板之熱傳遞行為分析—以多孔材核心之複合材料三明治結構件製程為例”，私立大葉大學工業工程與科技管理學系碩士學位論文，2010。
- [6]G.L.A. Sims., and H.A.S. Jaafar, “A chemical blowing agent system (CBAS) based on azodicarbonamide,” Journal of cellular plastics, Vol. 30(2), October 2007, pp. 175-188.
- [7]吳舜英、徐敬一合編，“塑膠發泡成型技術”，高分子工業雜誌社。
- [8]Stephen Quinn., “Chemical blowing agents: providing production, economic and physical improvements to a wide range of polymers,” Plastics Additives and Compounding, Vol. 3(5), May 2001, pp. 16-21.
- [9]Q. Zhou., H. Zheng., T. Yu and Q. Wu., “Thermo-decomposition behavior of typical blowing agents of endothermic exothermic and endo-exothermic,” Polymeric Materials Science and Engineering, Vol. 16(5), Sep 2000, pp. 137-139.

- [10]陳立軍、陳煥欽，“活性物質對AC發泡劑性能的影響研究及其活化機理”，絕緣材料，38，1，30-32，2005 [11]陳劉旺、丁金超，“高分子加工”，高立圖書有限公司。
- [12]劉士榮，“塑膠壓出成型”，滄海書局。
- [13]廣惠章利、本吉正信，“塑膠物性入門 成型加工技術參考”，陳世春譯著，復漢出版社。
- [14]林建中，“聚合物物性（高分子材料機械性質）”，文京圖書有限公司。
- [15]鶴田禎二、川上雄資，“高分子設計”，薛敬和編譯，高立圖書有限公司。
- [16]Dave, R., Kardos, J. L., and Dudukovic, M. P., “ A Model for Resin Flow During Composite Processing Part 2: Numerical Analysis for Unidirectional Graphite/Epoxy Laminates, ” Polymer Composites, Vol. 8(2), April 1987, pp. 123-132.
- [17]Z. Zhang., Y. Li., J. Xiao and H. Wang., “ Processing of Foam Core Sandwich Structures by Thermal Expansion Molding, ” Journal of Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Vol. 39(5), October 2007, pp. 670-675.
- [18]Epotech Composite Corporation EPO-AIMP? Datasheet.
- [19]Epotech Composite Corporation EPO-AIMNX? Datasheet.
- [20]USI Corporation EVATHENE UE631 Datasheet.
- [21]ASTM Standards, ASTM D4819-96(2005), “ Standard Specification for Flexible Cellular Materials Made From Polyolefin Plastics ” , ASTM International.
- [22]ASTM Standards, ASTM D3575-08, “ Standard Test Methods for Flexible Cellular Materials Made From Olefin Polymers ” , ASTM International.
- [23]ASTM Standards, ASTM D792 – 08, “ Standard Test Methods for Density and Specific Gravity (Relative Density) of Plastics by Displacement ” , ASTM International.
- [24]J. K. Carson, et al., “ An analysis of the influence of material structure on the effective thermal conductivity of theoretical porous materials using finite element simulations ” , International Journal of Refrigeration, vol. 26, pp. 873-880, 2003.
- [25]J. K. Carson, et al., “ Thermal conductivity bounds for isotropic, porous materials ” , International Journal of Heat and Mass Transfer, vol. 48, pp. 2150-2158, 2005.
- [26]L. J. Gibson, M. F. Ashby, Cellular Solids: Structures and Properties, Second, Cambridge: Cambridge University Press,1997.