

異質層板之熱傳遞行為分析：以多孔材料核心之複合材料三明治結構件製程為例 = The various Laminations behavior analysis of..

林予農、王正賢

E-mail: 9901155@mail.dyu.edu.tw

摘要

本研究目的為針對異質層板之製程中開發一加工溫度預測系統，此加工溫度預測系統之開發在於過去異質層板在製程中皆為由試誤法或經驗累積進行製作，上述方法是非常無效率且浪費成本的，相對降低產品之競爭力並增加層板其製程困難度及品質不穩定性，如產品內部多孔材發泡不完全導致產品日後在高溫之環境下，尚未發泡部分因受熱以致再次發泡使異質層板結構膨脹變形；而包覆多孔材之複合材料其固化程度若不均或不完全時，同樣會影響異質層板其結構品質。本研究預計將以兩階段加以探討，第一階段是異質層板之研製與熱傳導實驗；第二階段為加工溫度預測系統建立，主要為藉由電腦輔助工程結合亂數處理技巧進行等效性質分析，於商業軟體MATLAB建立數學模型模擬異質層板結構之製程，再由數值分析中的中央差分法來求得各時間點上複合材料的固化程度及採用多孔材之發泡棉發泡程度。最後將實驗、電腦輔助工程、數值分析結果進行比較，並觀察不同方法結果之複合材料外側、與多孔材接觸面及多孔材中央之溫度變化，以驗證本研究所建立之加工溫度預測可行性。

關鍵詞：異質層板、電腦輔助工程、等效分析、數值分析

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 xiii

第一章 緒論 1

1.1 研究動機 1

1.2 研究目的 4

1.3 研究方法 5

第二章 文獻回顧 7

2.1 多孔材製程 7

2.2 多孔材之熱傳導 7

2.3 有限差分方程式 10

2.3.1 節點網路 11

2.3.2 熱流方程式之有限差分表示法 12

2.3.3 向前差分法 13

2.3.4 向後差分法 14

2.3.5 中央差分法 15

第三章 研究方法 16

3.1 多孔材層板之研製 16

3.1.1 多孔材之空孔率計算 20

3.2 多孔材層板之熱傳導實驗 21

3.2.1 無發泡劑放熱之多孔材熱傳導實驗 21

3.2.2 含發泡劑放熱之多孔材熱傳導實驗 23

3.3 異質層板研製與熱傳導實驗 25

3.4 異質層板之加工溫度預測系統建立	27
3.5 電腦輔助工程分析	28
3.5.1 基材之材料性質試驗	28
3.5.2 多孔材模擬之空孔率計算	29
3.5.3 無發泡劑放熱之多孔材熱傳導模擬	31
3.5.4 含發泡劑放熱之多孔材熱傳導模擬	32
3.5.5 多孔材之等效熱傳導分析	32
3.5.6 無發泡劑放熱之等效熱傳導模擬	34
3.5.7 含發泡劑放熱之等效多孔材熱傳導模擬	35
3.6 數學模型建立	36
3.6.1 熱傳導方程式	37
3.7 數值分析	40
第四章 結果與討論	46
4.1 多孔材層板熱傳導實驗	46
4.1.1 無發泡劑放熱之多孔材熱傳導實驗	46
4.1.2 含發泡劑放熱之多孔材熱傳導實驗	48
4.2 異質層板熱傳導實驗	49
4.3 電腦輔助工程模擬	50
4.3.1 基材之材料性質試驗	51
4.3.2 多孔材之空孔率計算	51
4.3.3 無發泡劑放熱之多孔材熱傳導模擬	52
4.3.4 含發泡劑放熱之多孔材熱傳導模擬	54
4.4 多孔材之等效分析	55
4.4.1 無發泡劑放熱之多孔材等效熱傳導模擬	56
4.4.2 含發泡劑放熱之多孔材等效熱傳導模擬	58
4.5 數值分析	59
4.5.1 無發泡劑放熱之多孔材數值分析	59
4.5.2 含發泡劑放熱之多孔材數值分析	61
4.5.3 異質層板之數值分析	62
4.6 不同分析之結果比較	63
4.6.1 無發泡放熱之多孔材熱傳導比較	63
4.6.2 含發泡放熱之多孔材熱傳導比較	66
4.6.3 異質層板之熱傳導比較	67
第五章 結論與未來研究方向	69
5.1 結論	69
5.2 未來研究方向	70
參考文獻	71
附錄一 複合材料材料性質[12]	73

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充壓製程開發與應用 ", 大葉大學工業工程與科技管理研究所工程系碩士論文, 2007.6.
- [2] J.K. Carson, S.J. Lovatt, D.J. Tanner, A.C. Cleland, " Thermal conductivity bounds for isotropic, porous materials, " International Journal of Heat and Mass Transfer 48(2005)2150-2158.
- [3] 沈婉琳, " 厚復材積層平板製程模擬分析與參數最佳化 ", 大葉大學工業工程與科技管理研究所工程系碩士論文, 2007.2.
- [4] P. Cheng, H. Chin-Tsau, Heat conduction, D.B. Ingham, I. Pop (Eds.), " Transport Phenomena in Porous Media, " Pergamon press, 1998, pp. 57 – 76.
- [5] E. Tsotsas, H. Martin, " Thermal conductivity of packed beds: A review, " Chem. Eng. Process. 22 (1987) 19 – 37.
- [6] J.K. Carson, S.J. Lovatt, D.J. Tanner, A.C. Cleland, " An analysis of the influence of material structure on the effective thermal conductivity of porous materials using finite element simulations, " Int. J. Refrig. 26 (2003) 873 – 880.
- [7] Z. Hashin, S. Shtrikman, " A variational approach to the theory of the effective magnetic permeability of multiphase materials, " J. Appl. Phys. 33 (1962) 3125 – 3131.

- [8] R. Landauer, " The electrical resistance of binary metallic mixtures, " J. Appl. Phys. 23 (1952) 779 – 784.
- [9] S. Kirkpatrick, " Percolation and conduction, " Rev. Mod.Phys. 45 (1973) 574 – 588.
- [10] 張仲卿、林松浩、侯順雄, " 熱傳遞 ", 高力圖書有限公司
- [11] L. Burden, J. Douglas Faires, " Numerical Analysis " ,brookscole.
- [12] Krishnakumer, K., " Micro-Genetic Algorithm for Stationary and Non-Stationary Function Optimization, " SPIE 1196, Intelligent Control and Adaptive Systems, 1989, pp. 289-296.
- [13] Shin, D. D., and Hahn, H. T., " Compaction of Thick Composites: Simulation and Experiment, " Polymer Composites, Vol. 25(1), 2004, pp. 49-59.