

# 微射出成型參數對縫合線強度之影響

梁琬蓉、吳政憲

E-mail: 9314543@mail.dyu.edu.tw

## 摘要

由於縫合線在一些多樣性和複雜形狀是不能夠被避免的，而且也會直接影響產品的外觀和強度。因此本研究將進行射出成型的實驗，並對五個不同截面的試片，進行拉伸試驗，量測有縫合線和沒有縫合線試片之抗拉強度，並進行分析與討論。首先使用模流分析軟體C-Mold，進行模擬與分析應用，藉以了解塑膠在模穴裡的流動情形和分析製程參數，以及預測縫合線產生位置，來修改模具的設計。另一方面，規劃短射實驗和田口實驗 (Taguchi Method)，找到最佳的參數組合，並且找出影響抗拉強度較大的參數，進行單變數的分析，以探討不同參數對抗拉強度之影響。使用顯微放大系統和掃描式電子顯微鏡(SEM)，來檢視縫合線的寬度及V形微缺口。

關鍵詞：縫合線，模流分析，田口品質，抗拉強度

## 目錄

目錄	封面內頁	簽名頁	授權書	..iii	中文摘要	..v	英文摘要	..vi	誌謝	..vii	目錄	..viii	圖目錄	..xi	表目錄	..xiv	第一章 序論	1.1 緣起	1	1.2 微射出成型技術	2	1.3 射出成型原理	3	1.4 微精密加工技術	4	1.5 本文目標	6	第二章 國內外有關本問題之研究情況	2.1 縫合線介紹	8	2.2 縫合線強度	9	2.3 電腦模擬部分	11	第三章 研究方法與進行步驟	3.1 實驗規劃	16	3.2 實驗設備	17	3.3 成型品尺寸大小	19	3.4 實驗材料	20	3.5 實驗方法	20	3.5.1 數值模擬部分	20	3.5.2 短射實驗	21	3.5.3 田口品質實驗	21	3.5.4 單變數分析	25	3.5.5 鍵結度分析	26	3.5.6 拉伸試驗方法	26	第四章 結果與討論	4.1 模擬部分	37	4.2 短射實驗	38	4.2.1 短射實驗(PP材料)	38	4.2.2 不同射出速度之比較	38	4.3 田口實驗	39	4.4 單變數分析-PP材料	42	4.4.1 對沒有縫合線的試片做分析	42	4.4.2 對有縫合線的試片做分析	44	4.4.3 製程參數對鍵結度	45	4.5 單變數分析-HDPE材料	45	4.5.1 對沒有縫合線的試片做分析	46	4.5.2 對有縫合線的試片做分析	47	4.5.3 製程參數對鍵結度	48	4.6 顯微放大系統	49	4.6.1 量測縫合線寬度	50	4.7 掃描式電子顯微鏡(SEM)	51	第五章 結論	5.1 結論	80	5.2 未來建議	82	參考文獻	83	圖目錄	圖2.1 縫合線(A)cold weld (B)hot weld	14	圖2.2 縫合線的產生	14	圖2.3 縫合線放大圖	15	圖2.4 噴泉效應圖	15	圖3.1 射出成型機	28	圖3.2 模溫機	28	圖3.3 模座	29	圖3.4 模仁	29	圖3.5 試片尺寸圖	30	圖3.6 模具頂出圖	30	圖3.7 模具旋轉頭部份	31	圖3.8 拉伸試驗機	31	圖3.9 顯微放大系統	32	圖3.10 掃描式電子顯微鏡(SEM)	32	圖3.11 成品圖	33	圖3.12 田口實驗流程圖	33	圖4.1 模擬縫合線位置圖	52	圖4.2 相同的入膠口大小做模擬	52	圖4.3 反覆模擬後最好的入膠口厚度	53	圖4.4 行程與重量圖(PP材料)	53	圖4.5 短射實驗(PP材料)	54	圖4.6 行程與重量之關係(不同射速PP)	55	圖4.7 因子效果圖	55	圖4.8 模溫與試片抗拉強度(PP)	56	圖4.9 料溫與試片抗拉強度(PP)	56	圖4.10 射出速度與試片抗拉強度(PP)	57	圖4.11 保壓時間與試片抗拉強度(PP)	57	圖4.12 模溫與縫合線強度(PP)	58	圖4.13 料溫與縫合線強度(PP)	58	圖4.14 射出速度與縫合線強度(PP)	59	圖4.15 保壓時間與縫合線強度(PP)	59	圖4.16 模溫與鍵結度關係(PP)	60	圖4.17 料溫與鍵結度關係(PP)	60	圖4.18 射出速度與鍵結度關係(PP)	61	圖4.19 保壓時間與鍵結度關係(PP)	61	圖4.20 試片NO.3的抗拉強度(HDPE)	62	圖4.21 模溫與試片抗拉強度(HDPE)	62	圖4.22 料溫與試片抗拉強度(HDPE)	63	圖4.23 射出速度與試片抗拉強度(HDPE)	63	圖4.24 保壓時間與試片抗拉強度(HDPE)	64	圖4.25 模溫與縫合線強度(HDPE)	64	圖4.26 料溫與縫合線強度(HDPE)	65	圖4.27 射出速度與縫合線強度(HDPE)	65	圖4.28 保壓時間與縫合線強度(HDPE)	66	圖4.29 模溫與鍵結度關係(HDPE)	66	圖4.30 料溫與鍵結度關係(HDPE)	67	圖4.31 射出速度與鍵結度關係(HDPE)	67	圖4.32 保壓時間與鍵結度關係(HDPE)	68	圖4.33 沒有縫合線NO.1試片圖(PP)	68	圖4.34 有縫合線NO.1試片圖(PP)	69	圖4.35 有縫合線HDPE(NO.1正面)	70	圖4.36 有縫合線HDPE(NO.1側面)	70	圖4.37 用顯微放大系統檢測	71	圖4.38 用表面粗度儀量測	71	圖4.39 製程參數對縫合線寬度	71	圖4.40 用SEM觀察PP的V形微缺口(NO.1)	72	圖4.41 用SEM觀察PP縫合線(NO.1)	72	圖4.42 用SEM觀察PP的V形微缺口(NO.3)	73	圖4.43 用SEM觀察PP縫合線(NO.3)	73	圖4.44 用SEM觀察HDPE的V形微缺口(NO.1)	74	圖4.45 用SEM觀察HDPE縫合線(NO.1)	74	圖4.46 用SEM觀察HDPE縫合線(NO.2)	75	圖4.47 用SEM觀察HDPE縫合線(NO.4)	75	表目錄	表3.1 射出機規格表	34	表3.2 拉伸試驗機表(弘達公司提供)	35	表3.3 材料特性-PP(福聚公司提供)	36	表3.4 材料特性-HDPE(台聚公司提供)	36	表4.1 因子與水準表	76	表4.2 田口L18直交表	76	表4.3 變異數分析(ANOVA)	77	表4.4 試片抗拉強度-PP	77	表4.5 縫合線抗拉強度-PP	78	表4.6 試片抗拉強度-HDPE	78	表4.7 縫合線抗拉強度-HDPE	79	表4.8 製程參數對縫合線寬度	79
----	------	-----	-----	-------	------	-----	------	------	----	-------	----	--------	-----	------	-----	-------	--------	--------	---	-------------	---	------------	---	-------------	---	----------	---	-------------------	-----------	---	-----------	---	------------	----	---------------	----------	----	----------	----	-------------	----	----------	----	----------	----	--------------	----	------------	----	--------------	----	-------------	----	-------------	----	--------------	----	-----------	----------	----	----------	----	------------------	----	-----------------	----	----------	----	----------------	----	--------------------	----	-------------------	----	----------------	----	------------------	----	--------------------	----	-------------------	----	----------------	----	------------	----	---------------	----	-------------------	----	--------	--------	----	----------	----	------	----	-----	----------------------------------	----	-------------	----	-------------	----	------------	----	------------	----	----------	----	---------	----	---------	----	------------	----	------------	----	--------------	----	------------	----	-------------	----	---------------------	----	-----------	----	---------------	----	---------------	----	------------------	----	--------------------	----	-------------------	----	-----------------	----	-----------------------	----	------------	----	--------------------	----	--------------------	----	-----------------------	----	-----------------------	----	--------------------	----	--------------------	----	----------------------	----	----------------------	----	--------------------	----	--------------------	----	----------------------	----	----------------------	----	-------------------------	----	-----------------------	----	-----------------------	----	-------------------------	----	-------------------------	----	----------------------	----	----------------------	----	------------------------	----	------------------------	----	----------------------	----	----------------------	----	------------------------	----	------------------------	----	------------------------	----	-----------------------	----	------------------------	----	------------------------	----	-----------------	----	----------------	----	------------------	----	----------------------------	----	-------------------------	----	----------------------------	----	-------------------------	----	------------------------------	----	---------------------------	----	---------------------------	----	---------------------------	----	-----	-------------	----	---------------------	----	----------------------	----	------------------------	----	-------------	----	---------------	----	-------------------	----	----------------	----	-----------------	----	------------------	----	-------------------	----	-----------------	----

## 參考文獻

[1]鍾享年, “微量射出成型製程設備技術,” 機械工程會刊,第247期, pp.71~74, 2003.

[2]V. Piotter, K. Mueller, K. Plewa, R. Ruprecht, J. Hausselt, - “Performance and simulation of thermoplastic micro injection -molding,”

Microsystem Technologies, pp.387~390, 2002.

[3]羅仁權, “微射出成形技術綜論,” 機械工業雜誌, 90年十月號.

[4]M Hecke and W K Schomburg, “Review on micro molding of -thermoplastic polymers,” Journal of Micromechanics and -Microengineering, pp.R1~R14, 2004.

[5]莊殷, “光電產業用模具加工技術之應用與發展,” 模具技術資訊,第101期, pp.12~15, 2003.

[6]S. Fellahi, A. Meddad, B. Fisa, and B.D. Favis, “Weldlines in -Injection-Molded Parts: A Review,” Advances in Polymer -Technology, Vol. 14, NO.3, pp.169~195, 1995.

[7]I. S. Dairanieh, A. Haufe, H. J. Wolf, and G. Mennig, “Computer -Simulation of Weld Lines in Injection Molded Poly(Methyl -Methacrylate ),” Polymer Engineering and Science, Vol.36, -NO.15, pp.2050~2057, 1996.

[8]Osman G. Ersoy and Nihan Nugay, “A new approach to increase -weld line strength of incompatible polymer blend composites: -selective filler addition,” Polymer, 45, pp.1243~1252, 2004.

[9]R. Selden, “Effect of Processing on Weld Line Strength in Five -Thermoplastics,” Polymer Engineering and Science, Vol.37, -NO.1, pp.205~218, 1997.

[10]Younggon Son, Kyung Hyun Ahn, and Kookheon Char, “Weldline Morphology of Injection Mold Modified -Poly(phenylene-oxide)/Polyamide-6 Blends,” Polymer -Engineering and Science, Vol.41, NO.3, pp.554~565, 2001.

[11]Tao C. Chang and Ernest Faison, “Optimization of Weld -Line Quality in Injection Molding Using an Experimental -Design Approach,” Journal of Injection Molding Technology, -Vol.3, NO.2, pp.61~66, 1999.

[12]Shih-Jung Liu, Jun-Yu Wu, and Jer-Haur Chang, “An -Experimental Matrix Design to Optimize the Weldline Strength -in Injection Molded Parts,” Polymer Engineering and Science, -May 2000; 40, 5, pp.1256~1262.

[13]Lih-Sheng Turng and Hrishikesh Kharbas, “Effect of Process -Condition on the Weld-Line Strength and Microstructure of -Microcellular Injection Parts,” Polymer Engineering and -Science, Vol.43, No.1, pp.157~168, 2003.

[14]R. P. Koster, “Importance of Injection Molding Parameters for -Mechanical Performance of Cold Flow Weld Lines,” Journal of -Injection Molding Technology, Vol.3, NO.3, pp.154~158, 1999.

[15]曾宇譚, “射出成形之製程參數對不同材質縫合線強度的影響,” 成功大學工程科學研究所碩士論文(1997)

[16]鍾明修, “ABS薄殼射出成形件縫合線之探討,” 中原大學機械工程學系碩士論文(2001)

[17]C. Lotti, M. M. Ueki, and R. E. S. Bretas, “Prediction of the -Shrinkage of Injection Molded iPP Plaques Using Artificial -Neural Networks,” Journal of Injection Molding Technology, -Vol.6, NO.3, pp.157~176, 2002.

[18]Shijun Ni, “Reducing Shrinkage and Warpage for Printer Parts -by Injection Molding Simulation Analysis,” Journal of Injection -Molding Technology, Vol.6, NO.3, pp.177~186, 2002.

[19]A. K. O ’ brien-Soucy, C. M. F. Barry, and R. G. Stacer, - “Development of Weld Line Strength in Injection-Molded -Poly(Methyl Methacrylate),” Journal of Injection Molding -Technology, Vol.4, NO.3, pp.152~158, 2000.

[20]Du Hwan Chun, “Cavity filling analyses of injection molding -simulation: bubble and weld line formation,” Journal of -Materials Processing Technology, pp.177~181, 1999.

[21]Madhav S. Phadke, “Quality Engineering Using Robust -Design,” Prentice-Hall, 1989.

[22]小西省三, “田口試品質工程講座3 品質評價的SN比,” 中國生產力, 1999.

[23]羅錦興, “品質設計工程指引,” 中國生產力, 1999.

[24]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, 1999.

[25]陳劉旺、丁金超, “高分子加工,” 高立公司, 1999.

[26]張榮語, “射出成型模具設計-材料特性,” 高立公司, 1998.