

提升 AG40A 鋅合金鑄件健全性之研究

鄭嘉慶、胡瑞峰

E-mail: 9511329@mail.dyu.edu.tw

摘要

鋅合金壓鑄因鑄造迅速及材料特性，常發生孔洞和冷接缺陷，本研究主要目的是利用熱室壓鑄法鑄造AG40A鋅合金衛浴零件之缺陷研究。應用電腦輔助模擬分析（CAE）軟體設計不同鑄造方案及實際壓鑄鑄件之驗證，並改變不同製程參數，以尋求改善AG40A鋅合金鑄件缺陷方案，主要探討製程參數有熔液澆鑄溫度、模具溫度和鑄造壓力。本研究利用Flow-3D模流分析軟體模擬不同澆流道方案之充填流動和凝固過程，且預測鑄件內孔洞分布位置，並採用S50C永久模實際壓鑄鑄造AG40A鋅合金衛浴零件。研究結果顯示電腦模擬預測AG40A鋅合金壓鑄件缺陷位置和實際壓鑄件缺陷位置大致吻合。不同的熔液溫度、模具溫度和鑄造壓力條件下，藉由電腦模擬壓力分布可判斷實際鑄件之捲氣孔洞產生位置。此外，提昇模溫至180 以上可獲得較慢冷卻速率，以避免表面冷接產生。又鑄造方案設計在具有溢流井與逃氣道時，內部孔洞明顯會減少與變小，但孔洞仍無法完全避免。改變模溫和鑄造壓力雖可減少缺陷，惟必須再配合澆流道、排氣道和溢流井的最佳化設計，才能大幅改善AG40A鋅合金壓鑄件缺陷產生。此外，增加AG40A鋅合金較多的鎂元素含量，會提高AG40A鋅合金鑄件表面潮濕腐蝕的傾向，且亦增加鋅合金把手鑄件之劣化現象。

關鍵詞：AG40A鋅合金；電腦輔助模擬分析；熱室壓鑄；孔洞；冷接

目錄

第一章 前言.....	1	第二章 文獻探討 2.1 電腦輔助鑄造模擬.....	2	2.2 壓鑄材料與壓鑄件分析.....	3	2.3 壓鑄用鋅合金.....	4	2.4 壓鑄方案設計.....	6	2.4.1 壓鑄機選用.....	7	2.4.2 澆流道系統設計.....	8	2.4.3 溢流井與逃氣道設計.....	11	2.4.4 壓鑄製程參數.....	12	2.5 壓鑄合金之凝固.....	13	2.6 壓鑄件缺陷發生原因.....	15	2.7 鎂元素對鋅合金壓鑄件影響.....	17	第三章 實驗方法及步驟 3.1 研究目的.....	32	3.2 實驗材料.....	32	3.3 實驗方法.....	33	3.3.1 電腦輔助設計.....	33	3.3.2 電腦輔助模擬分析.....	33	3.4 鑄造方案設計.....	34	3.4.1 澆流道系統設計.....	34	3.4.2 壓鑄參數設定.....	35	3.5 實際進行壓鑄件.....	35	3.6 金像顯微組織觀察.....	36	第四章 結果與討論 4.1 澆流道系統設計對鋅壓鑄件之影響.....	49	4.1.1 方案A-在把手底環裙部設單流道.....	49	4.1.2 方案B-在把手手柄處設單流道.....	50	4.1.3 方案C-在把手底環裙部設單流道和溢流井.....	51	4.1.4 方案D-在把手底環裙部設不對稱雙流道.....	52	4.1.5 方案E-在把手底環裙部設不對稱雙流道和溢流井.....	53	4.1.6 方案F-在把手底環裙部設對稱雙流道.....	54	4.1.7 方案G-在把手手柄端設對稱雙流道和手柄處逃氣道.....	55	4.1.8 方案H-在把手底環裙部設對稱雙流道和溢流井.....	56	4.2 各方案壓力分布之比較.....	56	4.2.1 單流道壓力分布之比較.....	57	4.2.2 單流道與不對稱雙流道之壓力分布.....	58	4.2.3 具溢流井與逃氣道之流道系統壓力分布.....	58	4.2.4 對稱雙流道之溢流井與逃氣道壓力分布.....	59	4.2.5 具溢流井及逃氣道之澆流道系統凝固模擬.....	59	4.3 製程參數對AG40A鋅合金衛浴把手壓鑄件良品率影響.....	60	4.3.1 鑄造壓力和模具溫度影響.....	60	4.3.2 鑄造壓力和熔液溫度影響.....	61	4.4 金相顯微組織分析.....	62	4.4.1 光學顯微鏡(OM)觀察.....	62	4.4.2 掃描式電子顯微鏡(SEM)組織觀察與分析.....	63	4.5 壓鑄件孔洞率與良品率分析.....	66	4.6 AG40A壓鑄件之鎂元素含量影響.....	69	第五章 結論.....	126	參考文獻.....	127
-------------	---	----------------------------	---	---------------------	---	-----------------	---	-----------------	---	------------------	---	--------------------	---	----------------------	----	-------------------	----	------------------	----	--------------------	----	-----------------------	----	---------------------------	----	---------------	----	---------------	----	-------------------	----	---------------------	----	-----------------	----	--------------------	----	-------------------	----	------------------	----	-------------------	----	------------------------------------	----	----------------------------	----	---------------------------	----	--------------------------------	----	-------------------------------	----	-----------------------------------	----	------------------------------	----	------------------------------------	----	----------------------------------	----	---------------------	----	-----------------------	----	----------------------------	----	------------------------------	----	------------------------------	----	-------------------------------	----	------------------------------------	----	------------------------	----	------------------------	----	-------------------	----	------------------------	----	---------------------------------	----	-----------------------	----	---------------------------	----	-------------	-----	-----------	-----

參考文獻

- [1] 林惠娟、黃振東、鄭憲清, "鑄造程式之電腦模擬-ProCAST 應用實例介紹", 鑄造月刊第77期, pp.20-48, 中華民國八十五年二月 [2] 葉俊麟, "模擬分析於鑄造製程技術之應用", 金屬工業35卷第1期, pp.40-47, 中華民國九十年一月 [3] 莊水旺、王志名, "CAE模流軟體在壓鑄模具設計之應用", 工業材料174期, pp.113-117, 中華民國九十年六月 [4] ZHANG Weishan, XIONG Shoumei and LIU Baicheng, "Study on a CAD/CAE system of die casting," Journal of Materials Processing Technology 63, pp.707-711. (1997) [5] Flow-3D User 's Manual, Lecture2: Hands On Session, Flow Science Inc. pp.104-110. (2004) [6] 黃文星, "電腦在鑄造上的應用", 鑄造月刊第47期, pp.37-39, 中華民國八十五年

二月 [7] B.H Hu, K.K. Tong, X.P. Niu, I. Pinwill, "Design and optimization of runner and gating systems for the die casting of thin-walled magnesium telecommunication parts through numerical simulation," *Journal of Materials Processing Technology*, pp.465-468. (2003) [8] 劉明凌, "鋁合金壓鑄輪圈之流動系統設計及分析", 中央大學機械工程研究所碩士論文, pp.9-11, 中華民國九十三年六月 [9] 莊水旺、張又中, "應用CAE技術於壓鑄模流道形狀對空氣袋形成之影響研究", 模具技術成果暨論文集, pp.49-55, 中華民國九十四年七月 [10] Gotz C. Hartmann, Vloker Kokot, Rudolf Seefeldt, "Numerical optimization of casting processes-leveraging coupled process simulation and multi-object optimization to the manufacturing level," *International Congress on FEM Technology*. (2003) [11] Shuhua Yue, Guoxiang Wang, Fei Yei, Yinin Wang, Jiangbo Yang, "Application of an integrated CAD/CAE/CAM system for die casting dies," *Journal of Materials Processing Technology*, Vol.139, pp.465-468. (2003) [12] W.B. Lee, H.Y. Lu, Y.B. Lui, "A computer simulation of the effect of wall thickness on the metal flow in die casting dies," *Journal of Materials Processing Technology* Vol.52, pp.248-269. (1995) [13] ASM Metals Handbook, "Nonferrous alloys and special-purpose materials," Vol.2, 10th, pp.528-535. (1990) [14] R. W. Bruner, "The metallurgy of die casting," *Society of Die Casting*. (1986) [15] 林煜昆, "全國壓鑄工廠及資材廠商名錄", pp.92-93, 中華民國七十六年七月 [16] ASTM B240-01, "Standard specification for zinc and zinc-aluminum (ZA) alloys in ingot form for foundry and die castings," Vol.02.04. (2001) [17] ASM Metals Handbook, "Metallography, structures and phase diagrams," Vol.8, p.265. (1973) [18] H. Ogura, "Casting shrinkage of thin walled castings" *Journal of Dentistry*, Vol.23, No4, pp.239-244. (1995) [19] 香港壓鑄學會, "未來壓鑄軟件趨向", 學會通訊第4期, 中華民國九十年十月 [20] 林煜昆, "壓鑄技術實務", 徐氏基金會出版, pp.115-118, 中華民國八十二年三月 [21] E.A. Herman, "Die casting dies: designing," *Society of Die Casting Engineers Inc*, pp.16-17. (1990) [22] 彭世寶、黃文淵, "模具學(五)", 科友圖書有限公司, pp.18-22, 中華民國七十七年十二月 [23] 香港金屬工會, "鋅壓鑄熱流道的設計及應用", 中華民國九十一年三月 [24] Donald F. Young, Bruce R. Munson, Theodore H. Okiishi, "Fundamentals of fluid mechanics," John Wiley & Sons. p.20. (1994) [25] 張晉昌, "鑄造學", 全華科技圖書有限公司, pp394-396, 中華民國八十一年四月 [26] T. G. Groeneveld and A. L. Ponikvar, "Designing for thin-wall zinc die castings", *International Lead Zinc Research Organization, Inc.*, pp.25-46. (1986) [27] 鍾尚浩, "鑄造灌模及凝固解析模式之改良及其相關實驗技術之研究發展", 成功大學礦冶及材料科學研究所博士論文, 中華民國八十年六月 [28] A.S. Sabau and Viswanathan, "Micro porosity prediction in aluminum alloy castings," *Metallurgical and Materials Transactions B*, Vol.33, No2, pp.243-255. (2002) [29] T. S. Piwonka and M. C. Flemings, "Pore formation in solidification," *Trans. of the Metall. Soc. of AIME*, Vol. 236, Aug., p.1157. (1966) [30] E. Niyama, T. Uchida, M. Morikawa and S. Saito, "A method of shrinkage prediction and its application to steel casting practice," 49th *International Foundry Congress*, Apr., p.1. (1982) [31] 張瑞模, "鑄造中氣孔、渣孔、縮孔鑄疵之缺陷及其改善對策", *鑄造科技*161期, pp.14-20, (2003) [32] T. S. Piwonka and M. C. Flemings, "Pore formation in solidification," *AFS Transactions*, Vol.236, pp.55-157. (1996) [33] Serope Talpakjian, "Manufacturing engineering and technology", 3th Edition, , pp.313-315. (1995) [34] W. G. Walkington, "Die casting defect: causes and solutions," *North American Die Casting Association*, pp.18-22. (1997) [35] 唐乃光, "壓鑄模具設計手冊", 金屬工業研究發展中心, pp.80-96, 中華民國八十七年十月 [36] Mervin T. Rowley, "International atlas of casting defects" *AFS Trans*, pp.167-169. (1974) [37] Len. Estrin, "A deeper look at casting solidification software," *Modern Casting*, Vol.84, pp.23-24. (1994) [38] W.S. Hwang and A. Stoehr, "Computer simulation for the filling of castings," *AFS Transactions*, Vol. 95, pp.87-141. (1987) [39] 林逸啟, "滴管在不同壓力函數下之流場分析", 中原大學機械工程研究所碩士論文, pp.18-20, 中華民國九十年七月 [40] 施忠易, "壓鑄鋅合金件之電腦模擬分析和表面缺陷研究", 大葉大學機械工程研究所碩士論文, 中華民國九十四年六月 [41] 謝楷模, "AG40A鋁合金砂車蹄片之鑄造模擬分析", 大葉大學機械工程研究所碩士論文, 中華民國九十四年六月