

A390鋁合金鑄造煞車碟盤之電腦輔助模擬

劉宗原、胡瑞峰 劉勝安

E-mail: 9314771@mail.dyu.edu.tw

摘要

本研究係利用電腦輔助工程分析(CAE)軟體模擬CO₂砂模法鑄造 A390 鋁合金煞車碟盤之凝固縮孔缺陷，且利用不同模數的冒口和不同形狀與厚度的冷鐵以解決碟盤鑄件缺陷。其次，經由電腦模擬後之實際碟盤鑄件澆鑄，以比較模擬結果與實際鑄件之差異。本研究之冒口尺寸設計是以鑄件的模數乘以安全係數(1.2 倍)為主要依據，以此值附近的不同模數探討其對碟盤鑄件之影響。而當冒口發生補充不足時，則增設不同形狀及厚度之冷鐵來探討是否會產生方向性凝固，以促進冒口的補充能力。再以最佳化模擬進行冒口之最佳化設計，以期能獲致較佳 A390 鋁合金煞車碟盤之成品率。研究結果得知，針對煞車碟盤之壓力式1:2:1 與非壓力式1:2:2 兩種澆流道系統之電腦模擬，二者有近似收縮缺陷。在冒口尺寸設計方面，採用模數為10 的冒口所獲的補充距離較長，不需增設冷鐵即可解決鑄件之收縮缺陷。而採用模數為8 的冒口，則因補充距離不足，必須增設冷鐵來促使碟盤鑄件朝冒口產生方向性凝固，才有足夠的補充量，也才能獲致完整的鑄件。但對於採用模數為6 的冒口，由於無法補充鑄件的收縮，故雖增設冷鐵，鑄件的內部仍會有收縮缺陷產生。另在碟盤鑄件的冷鐵形狀設計上，圓盤型冷鐵較矩形冷鐵之效果更佳。

關鍵詞：A390 鋁合金，煞車碟盤，電腦輔助工程分析，冒口，冷鐵，模數，補充

目錄

封面內頁 授權書.....	iii	中文摘要.....	.....
..... v 英文摘要.....	.....	..... vi 誌謝.....	.....
.....viii 目錄.....	.....	..... ix 圖目錄.....	.....
..... xii 表目錄.....	.....	..... xv 符號說明.....	.....
..... xvi 第一章 前言.....	.....	..... 1 第二章 文獻	.....
探討.....	.....	3 2.1 關於碟盤.....	.....
造模.....	.....	3 2.2 材料與	.....
模法.....	.....	4 2.2.1 A390.1鋁合金.....	.....
.....6 2.3 澆流道系統.....	.....	4 2.2.2 CO ₂ 砂	.....
..... 8 2.3.2 澆口杯.....	.....	6 2.3.1 澆口設計...	.....
.....10 2.3.4 橫流道.....	.....	9 2.3.3 豎澆道.....	.....
..... 11 2.3.6 澆口比原理.....	.....	10 2.3.5 進模口.....	.....
.....12 2.3.8 冷鐵.....	.....	11 2.3.7 冒口.....	.....
.....16 2.4.1 軟體的發展.....	.....	.....15 2.4 電腦輔助模擬軟體.....	.....
.....17 2.4.3 數值方法.....	.....	.....16 2.4.2 軟體基本架構.....	.....
.....20 第三章 實驗方法與步驟.....	.....	.....19 2.4.4 國內外對於模流軟體發展的狀況.....	.....
.....32 3.2 實驗方法.....	.....	.....20 第三章 實驗方法與步驟.....	.....
.....32 3.2.2 模擬之設計參數.....	.....	.....32 3.1 實驗設備與材料.....	.....
.....34 3.3 實際澆鑄驗證.....	.....	.....32 3.2.1 模型的建立.....	.....
.....54 4.1 使用 Iso-Surface plot來判斷縮孔.....	.....	.....33 3.2.3 凝固模擬過程.....	.....
.....58 4.2.1 無設置冒口和冷鐵的碟盤鑄件.....	.....	.....38 第四章 結果與討論.....	.....
.....59 4.2.3 利用密度函數準則分析冷鐵對凝固之影響.....	.....	.....54 4.2 煞車碟盤之凝固模擬.....	.....
.....64 4.3.1 非壓力式澆口比之流動解析.....	.....	.....58 4.2.2 利用密度函數準則分析冒口對凝固之影響	.....
.....66 4.4 煞車碟盤之冒口最佳化.....	.....	.....61 4.3 煞車碟盤之流動模擬.....	.....
.....105 參考文獻.....	.....	.....64 4.3.2 壓力式澆口比之流動解析.....	.....
.....	.....	.....67 第五章 結論.....	.....
.....	.....	.....107 參考文獻.....	.....

參考文獻

- [1] 許振武,以消失模型鑄造法生產灰口鑄鐵煞車盤之研究,國立台灣師範大學工業教育研究所碩士論文,中華民國八十三年六月 [2] P. K. Rohatgi, "Foundry Processing of Metal Matrix Composites", Modern Casting, pp. 47~50, (1988) [3] D.Bettge and J.Starcevic, "Topographic Properties of the Contact Zones of Wear Surfaces in Disc Brakes", Wear 254, pp 195~ 202, (2003) [4] Manas Dash and Makhlof Makhlof,

"Effect of Key Alloying Elements on the Feeding Characteristics of Aluminum – Silicon Casting Alloys", *Journal of Light Metals* 1, pp. 251~265, (2001) [5] P.Kapranos, D.H. Kirkwood, H.V. Atkinson, J.T. Rheinlander, J.J. Bentzen, P.T. Toft, C.P. Debel, G. Laslaz, L. Maenner, S. Blais, J.M. Rodriguez-Ibabe, L. Lasa, P. Giordano, G. Chiarmetta and A Giese, "Thixoforming of an Automotive Part in A390 Hypereutectic Al – Si Alloy", *Journal of Materials Processing Technology* 135, pp. 271-277, (2003) [6] 莊裕仁,凝固速率對A390 鋁合金矽形態與硬度影響之研究, 國立台灣師範大學工業教育研究所碩士論文, 中華民國八十九年 [7] 魏伯州,過共晶 Al-Si 合金之快速凝固組織研究,國立中興大學碩士論文, 中華民國九十二年 [8] M K SURAPPA, "Aluminium Matrix Composites Challenges and Opportunities", *Sadhana* Vol.28,Parts 1&2, February/ April, pp. 319~334, (2003) [9] L. Lasa, J.M. and Rodriguez-Ibabe, "Characterization of the Dissolution of the Al₂Cu Phase in two Al – Si – Cu – Mg Casting Alloys Using Calorimetry", *Materials Characterization* 48,pp. 371~ 378, (2002) [10] 賴耿陽,特殊鑄模,復漢出版社有限公司出版, 中華民國八十七年八月 [11] 陳武宏,鑄鋁技術,全華科技圖書股份有限公司, 中華民國七十九年七月 [12] 賴耿陽,非鐵合金鑄物,復漢出版社有限公司出版, 中華民國八十八年六月 [13] W. S. Hwang and R. A. Stoehr, "Modeling of Fluid Flow", *ASM Metals Handbook*, 9th edition, Vol. 15, Chapter 11, Section , B, pp. 867~876, (1988) [14] X.Xue, S.F. Hansen and P.N. Hansen, "Water Analog Study of Effects of Gating Designs on Inclusion Separation and Mold Filling Control", *AFS Transactions*, pp.199~209, (1993) [15] C.Jordan,J.L.Hill and T.S.Piwonka, "Computer Designed Gating Systems:Promises and Problems", *AFS Transactions*, pp.603 ~610. [16] 楊惠春教授編著,鑄造學,五洲出版社中華民國七十三年四月出版 [17] 謝世俊,鑄件的澆口系統與冒口, pp. 337~357 [18] 陳查宗,流路設計及流體充填現象之研究,國立中央大學碩士論文, 中華民國八十五年七月 [19] N.Wukovich and G.Metevel, "Gating: The Foundryman ' s Dilemma, or Fifty Years of Data and Still Asking " How? " ", *AFS Transactions*,Vol.97, pp. 285~302, (1989) [20] 金屬鑄造原理,工業技術研究院金屬工業研究所譯, 中華民國鑄造學會編印, 中華民國六十九年十月 [21] 陳向詠,CAE 應用於高品質.喃樹脂模灰鑄鐵件冒口設計之研究,逢甲大學碩士論文, 中華民國九十二年六月 [22] 葉俊麟, "CAE 分析於鑄造製程上之應用", *鑄造月刊*,143 期, 中華民國九十年八月, pp. 32~39 [23] 劉文海,電腦在鑄造製程中之應用現況,*鑄造科技*158 期,中華民國九十一年十一月, pp. 17~20 [24] J.H. KUO, F.L. Hsu and W.S. Hwang, "Development of an Interactive Simulation System for the Determination of the Pressure-Time Relationship During the Filling in a Low Pressure Casting Process", *Science and Technology of Advanced Materials* 2, pp. 131~145, (2001) [25] S.H. Jong and W.S. Hwang, "3-D Mold Filling Simulation for Casting and its Experimental Verification", *Transactions of the American Foundrymen's Society*, Vol.101, pp. 117~124, (1991) [26] 陳新郁和林政仁譯,有限元素分析,高立圖書有限公司,中華民國九十年十月, pp. 2~30 [27] 黃士宗,楊哲勳,王惠森和黃文星, "電腦輔助壓鑄方案設計系統之開發及其應用", *鑄工*, 113 期, 民國九十年六月, pp. 48~ 62 [28] 葉俊麟,"鋁輪圈模流及凝固模擬分析", *金屬工業*31 卷5 期, 中華民國九十年九月, pp. 27~33 [29] Shuhua Yue, Guoxiang Wang, Fei Yin, Yixin Wang and Jiangbo Yang, "Application of an Integrated CAD/CAE/CAM System for Die Casting Dies", *Journal of Materials Processing Technology* 139, pp. 465~468, (2003) [30] *SOLIDCast Handbook*, Finite Solution Inc.2002