

A356鋁基碳化矽顆粒復合材料之切削性探討

蔡秉傑、胡瑞峰

E-mail: 9314503@mail.dyu.edu.tw

摘要

本研究係利用田口品質法針對A356 鋁合金在添加不同含量 SiCp 及有無施以熱處理之切削性探討，經由不同的切削參數的設定，以比較其切削性。此外，亦探討材料之機械性質，進而研判其與切削性之關係。本研究之微米級SiCp 添加量分別設為5wt.%、10wt.%和 20wt.%，並對其施以T6 析出硬化熱處理。實驗之切削變數為刀具材料、切削深度、進給率以及切削速度。在切削加工時，量測 切削力、表面粗糙度和刀腹磨耗寬度，以評估A356/SiCp 複合材料之切削性。最後，再進行拉伸試棒破斷面，刀具磨耗面和材料被加工表面之顯微組織的觀察，以探討其與機械性質和切削性之關係。研究結果顯示，隨著切削深度、進給率和切削速度之增加，因與SiCp 之磨擦增加，故切削力會有增大之趨勢。在添加了 10wt.%以上的SiCp 或將材料施加T6 熱處理之後，可使材料的機械性質提升，並能有效改善材料加工面之粗糙度。而對於刀腹磨耗量，影響最大的因素為刀具材料和材料之SiCp 添加量，當刀具 的材料硬度越高，其刀腹磨耗則明顯的會減少，反之，刀腹的磨耗量卻隨著材料SiCp 的添加量增加而增加。此外，對於SiCp 添加量在10wt.%SiCp 以上時，建議採用CBN 刀具，將可獲致較佳加工面和較小的刀腹磨耗量；而對於含 10wt.%SiCp 以下之A356 複合材料，使用TiC 刀即已足夠。而對於鑄態A356 鋁合金及A356+5wt.%SiCp 材料則不論使用何種工具，均無法獲致較佳的表面粗糙度。

關鍵詞：田口品質法，A356 鋁合金，A356/SiCp，切削性，T6 析出硬化熱處理

目錄

簽名頁 授權書.....	iii 中文摘要.....
..... v 英文摘要.....	..... vii 誌謝.....
..... ix 目錄.....	..... x 圖目錄.....
..... viii 表目錄.....	..... xvii 符號說明.....
..... xix 第一章 前言.....	..... 1 第二章 文獻探討.....
..... 3 2.1 複合材料添加之基材與強化材.....	..... 4 2.1.1 基材合金.....
..... 4 2.1.2 強化材的種類.....	..... 5 2.2 複合材料的潤濕性.....
..... 6 2.3 顆粒散佈型鋁基複合材料的強化機構.....	..... 7 2.4 析出硬化熱處理基本過程.....
..... 9 2.5 切削理論.....	..... 11 2.5.1 刀具材料的種類及特性.....
..... 11 2.5.2 刀具的損耗.....	..... 14 2.5.3 刀口積刃屑.....
..... 18 2.5.4 切屑的生成機構.....	..... 19 2.5.5 切削力.....
..... 20 2.6.5 工件加工面之粗糙度.....	..... 20 第三章 實驗方法及步驟.....
..... 30 3.1 實驗設計.....	..... 30 3.1.1 鋁基碳化矽顆粒複合材料之規劃.....
..... 30 3.1.2 鑄模之規劃.....	..... 30 3.1.3 熔煉與澆鑄規劃.....
..... 31 3.1.4 熱處理之規劃.....	..... 31 3.1.5 機械性質試驗之規劃.....
..... 31 3.1.6 田口品質工程實驗之規劃.....	..... 31 3.1.7 顯微結構觀察之規劃.....
..... 33 3.1.8 切削性之評估標準.....	..... 34 3.1.9 顯微結構觀察之規劃.....
..... 34 3.2 實驗步驟.....	..... 35 3.2.1 複合材料之熔煉與澆鑄.....
..... 35 3.2.2 機械性質測試.....	..... 35 3.2.3 切削性測試.....
..... 35 3.2.4 顯微結構之觀察.....	..... 36 第四章 結果與討論.....
..... 43 4.1 機械性質測試.....	..... 43 4.1.1 SiCp 含量對抗拉強度之影響.....
..... 43 4.1.2 SiCp含量對伸長率之影響.....	..... 43 4.1.3 SiCp含量對微小硬度值之影響.....
..... 43 4.1.4 SiCp含量對洛式硬度值之影響.....	..... 44 4.1.5 顯微組織之觀察.....
..... 44 4.1.6 拉伸試片破斷面之SEM觀察.....	..... 45 4.2 最佳切削參數分析.....
..... 47 4.2.1 信號雜訊比(S/N).....	..... 47 4.2.2 變異數分析.....
..... 50 4.2.3 最佳值預估與實驗驗證.....	..... 52 4.3 切削參數之影響.....
..... 53 4.3.1 切削參數與切削力之關係.....	..... 53 4.3.2 切削參數與表面粗糙度之關係.....
..... 54 4.3.3 切削參數與刀腹磨耗之關係.....	..... 55 4.4 切削力分析.....
..... 57 4.5 表面粗糙度分析.....	..... 58 4.6 刀具磨耗分析.....
..... 59 4.7 車削表面之SEM觀察.....	..... 60 4.8 切屑之SEM觀察.....
..... 61 第五章 結論.....	..... 109 參考文獻.....
..... 112	

參考文獻

- [1] K. K. Chawla, "Composite Materials : Some Rescent -Developments", J. of Metals , March , 1983 , pp.82-86 [2] P. Rohatgi, "Cost Metal Matrix Composites:Past , Present and -Future", AFS Trans., Vol.133, 2001, pp.633-656 [3] P. Rohatgi, "Foundry Processing of Metal Matrix Composites", -Modern Casting, April, 1988, pp.47-50 [4] D. Huda, M.A. El Baradie and M. S . J. Hashmi, "Metal-matrix -Composites:Materials Aspects, Part ", Journal of Materials -Processing Technology, 37, 1993, pp.529-541 [5] F. M. Yarandi, P. K. Rohatgi and S. Ray, "Casting Fluidity of -Aluminum A356-SiC Cast Particulate Composite", AFS Trans., -Vol.100, 1992, pp.575-582 [6] P. Meyer, P. Hottebart, P. Malletroit, D. Massinon and F. Plumail, -"MMC Developments at Montupet:An Overview", AFS Trans., -Vol.102, 1994, pp.653-664 [7] E. F. Crawley and M. C. Van, J. Compos. Mater., 21, 1987, p 553 [8] ASM Metals Handbook, Vol.15, 9th ed., 1983 , pp.840-854 [9] P.B.Shaffer, Handbook of Advanced Ceramic Materials, -Advanced Refractory Technologies, Buffalo N.Y.
- [10] E. N. Pan, C. S. Lin and C. R. Loper, Jr., "Effects of -Solidification Parameters on the Feeding Efficiency of A356 -Aluminum Alloy, " AFS Trans., Vol.98, 1990, pp.735-746 [11] T. W. Chou, A. Kelly and A. Okura, Composites, 16, 1986, p 187 [12] P. K. Rohatgi, R. Q. Cuo and T. F. Stephenson, "Casting Character --istics of Hybrid (Al/SiC/Gr) Composites", AFS Trans., Vol. 106, -1998, pp.191-197 [13] F. M. Yarandi, P. K. Rohatgi and S. Ray, "Casting Fluidity of -Aluminum A356-SiC Cast Particulate Composite", AFS Trans., -Vol.100, 1992, pp.575-582 [14] P. K. Ghosh and S. Ray, "Influence of Process Parameters on the -Porosity Content in Al (Mg)-Al₂O₃ Cast Particulate Composite -Produced by Vortex Method, " AFS Trans., Vol.96, 1988, -pp. 775-782 [15] D. P. K. Singh and D. J. Mitchell, "Analysis of Metal Quality in a -Low Pressure Permanent Mold Foundry", AFS Trans., Vol.28, -2001, pp.333-346 [16] 胡瑞峰, 蔡俊彥, 蕭毅憫, 潘永寧, "液態鑄造鋁基碳化矽顆粒複合材料流動性之研究", 中華民國八十九年論文發表會論文集, pp.15-23 [17] M. K. Surappa and P. K. Rohatgi, "Preparation and Properties of -Cast Aluminum-Ceramic Particle Composites", J. of Mater. Sci., -Vol. 16, 1981, p 983 [18] V. Laurent, D. Chatain and N. Esutathopoulos, J. of Mater. Sci., -Vol 22, 1987, pp.244-250 [19] I. Jin and D. J. Lloyd : in Proc. Int. Conf., Montreal, PQ, Canada, -September 17-29, 1990, J. Masounave and F. G. Hamel, eds.,ASM International, Metals Park, OH, 1990 [20] A. Mortensen : Materials Science and Engineering, Vol.135, -1991, pp.1-11 [21] P. K. Rohatgi, R. Asthana and S. Das, "Solidification, Structures, -and Properties of Cast Metal-ceramic Particle Composites", -International Metals Reviews, Vol.31, No.3, 1986, pp.115-139 [22] W. S. Miller and F. J. Humphreys, "Strengthening Mechanisms -in Particulate Metal Matrix Composites", Scripta Metallurgicaet -Materialia , Vol.25, 1991, pp.33-38 [23] W. S. Miller, F. J. Humphreys and S. T. Derham, Deformation -Processing and Modelling of MMCs, Ed R Bahgrat TMS 1990 [24] W. S. Miller and F. J. Humphreys, "Fundamental Relationships -Between Microstructure and Mechanical Properties of MMCs", -Ed P. K. Liawand M. Gungor Tms, 1990, p 517 [25] F. J. Humphreys, 9th Riso Conference Denmark, p 25 [26] 金重勳, 熱處理, 復文書局, 1986, pp.463-474 [27] 黃振賢, 金屬熱處理, 文京出版社, 1993, pp.544-554 [28] 李正國、李志偉, 熱處理, 高立出版社, 1997, pp.428-445 [29] 張天津, 熱處理, 三民書局, 1989, pp.428-445 [30] 劉為開, "鑄造製程金屬基複材之微觀組織時效特性分析", 大專學生參與專題研究計畫成果報告, 中正理工學院機械工程學系, 1997 [31] 呂璞石, 黃振賢, 金屬材料, 1st ed., 文京出版社, 1997, pp.234-257 [32] S. Dutta and N.Bourell, "A Theoretical Investigation of Accelerated -Aging in Metal-Matrix Composites", Metal. Trans., 1987 [33] J. Wang, "The Age-Hardening Characteristics of an Al-6061 -/A1203 Metal Matrix Composite", Metal. Trans., 1995 [34] S. K. Lin and K.S. Liu, "Effect of Aging on Abrasion Rate in an -A1-Zn-Mg-SiC Composite", Wear, 1988 [35] Manufacturing Engineering and Technology, 邱雲堯, 陳佳萬, 張安欣等譯, 文京圖書有限公司, 1998 [36] E. D. Whitney, Ceramic Cutting Tools , University of Florida, -Gainesville, Florida, 1994 [37] 劉偉均, 切削加工學, 東華書局 [38] Pekelharing, J, " Annals of CIRP", 1978, p 27-1,8 [39] Milton C. Shaw, Metal Cutting Principles [40] 趙崇禮, "超精密佳加工技術研製", 軍民通用電子光電關鍵技術發展計劃期末報告, 1996 [41] 賴耿陽, 精密加工新技術全集, 復漢出版社, 1993 [42] J. D. Drescher and T. A. Dow, "Tool Force Model Development -for Diamond Turning", Precision Engineering, Vol 12, No. 1, -January 1990, pp.29-35 [43] 張煜明, 車削瞬時切削力特性之研究, 碩士學位論文, 國立清 華大學動力機械工程研究所, 1997 [44] 蔡居通, 面銑削瞬時切削力係數之研究, 碩士學位論文, 國立 清華大學動力機械工程研究所, 1995 [45] L. C. Lee ; K. S.Lee and C. S. Gan , "On the Correlation Between -Dynamic Cutting Force and Tool Wear", Int. J. Mach. Tools -Manufact., 29(3), 1989, pp.295-303 [46] S. Kalpakjian, "Manufacturing Processes For Engineering -Materials", pp.512- 516