

AZ80A 鎂合金時效析出物對機械性質影響之研究

李季錦、廖芳俊

E-mail: 9419909@mail.dyu.edu.tw

摘要

中文摘要 台灣為世界自行車產業重要供應商之一，而作為一個生產的基地，必須要有生產製造技術優勢的掌握。至於自行車用材的演變，從碳鋼 鋁合金 碳纖維 鈦合金，便可看出業界追求更強更輕材料的渴望，而目前自行車市場的主流產品仍以鋁合金為主。鋁合金比重為 2.7g/cm^3 ，鎂合金比重為 1.8g/cm^3 ，若產品結構尺寸不變，採用鎂合金則可降低33%的重量。而且鎂合金除了具低密度特性外，尚有優良的比強度、比剛性、切削性、制振性、吸震性、及可回收等特性。目前自行車的結構產品如車架、手把、豎管、齒盤曲柄、座管、輪圈、剎車夾器等，經常使用的材料為經過T6處理的6061鋁合金。而本實驗所選用的AZ80A鎂合金的強度與其相當接近，且可擠製、鍛造、及銲接，並已實際使用在車架及前叉上。本實驗將對AZ80A鎂合金擠製板，施以150、200、250 三溫度時效處理，時效時間為0.5~128hr。並對時效試片進行機械性質測試、XRD繞射分析及破斷面檢視，希望能藉由時效製程的施作找出有效提升基材強韌特性析出相之最佳析出時程。實驗結果顯示，試片經150 短時效處理，便出現沿晶界向晶粒內部析出成長之不連續層狀析出物，且隨時效時間的增長此層狀析出物的析出增多，對硬度值及最大拉伸強度值的提升有明顯助益，但對伸長率卻有不良的影響。於200 極短時效(0.5hr)試片，已觀察到層狀析出物的生成，且隨時效時間的增長、析出物量將持續增多；在時效8hr之後，草蓆狀析出物將從未變態之晶粒內部均勻析出，此時之硬度值稍微降低外，降伏強度與最大拉伸強度並未產生明顯的變化；而在時效32hr之後，板片狀析出物亦從晶粒內部均勻析出，但此析出相比例僅佔少量，故無法判斷其對機械性質的影響。於250 在短時效時間便有不連續層狀析出物和邊界析出物的開始析出，此時硬度值、最大拉伸強度及伸長率皆有所提升；但從時效4hr開始，晶粒內部開始有短棒狀析出物的析出，且邊界析出物亦會隨之增加，發現除了硬度值無明顯變化外，最大拉伸強度與伸長率皆隨著時效時間的增長而呈現緩緩下降的情形。建議若要對AZ80A鎂合金擠製板行時效處理，可選擇時效溫度200 時效時間8~16hr之熱處理製程，能夠得到良好之硬度值與最大拉伸強度、且伸長率亦不差的性質。最後希望藉由本次研究的成果，能對自行車業界和工業界的熱處理技術的提升有所助益，使鎂合金能在更多領域上有更廣泛的應用。

關鍵詞：AZ80A鎂合金；時效處理；層狀析出物；草蓆狀析出物；板片狀析出物；邊界析出物；短棒狀析出物

目錄

目錄 封面內頁 簽名頁 授權書.....	iii
中文摘要.....	iv
英文摘要.....	iv
誌謝.....	vi
目錄.....	ix
圖目錄.....	x
表目錄.....	xiv
第一章 序論.....	xviii
1.1 前言.....	1
1.1.1 鎂合金的應用範圍與其未來的發展.....	1
1.1.2 鎂合金的應用範圍與其未來的發展.....	4
1.1.3 本文目標.....	4
第二章 文獻回顧.....	7
2.1 鎂合金的簡介.....	8
2.2 鎂合金的命名.....	8
2.3 鎂合金的分類.....	10
2.3.1 鑄造用鎂合金.....	10
2.3.2 鍛造用鎂合金.....	10
2.3.3 鑄造用鎂合金.....	10
2.3.4 合金元素的添加對鎂合金性質的影響.....	12
2.4 合金元素的添加對鎂合金性質的影響.....	12
2.4.1 添加銀(Ag)元素的影響.....	13
2.4.2 添加鋁(Al)元素的影響.....	13
2.4.3 添加鈹(Be)元素的影響.....	13
2.4.4 添加鈣(Ca)元素的影響.....	14
2.4.5 添加鋰(Li)元素的影響.....	14
2.4.6 添加錳(Mn)元素的影響.....	14
2.4.7 添加矽(Si)元素的影響.....	14
2.4.8 添加錫(Sn)元素的影響.....	14
2.4.9 添加鋅(Zn)元素的影響.....	15
2.4.10 添加鋯(Zr)元素的影響.....	15
2.4.11 添加稀土元素(R.E.)元素的影響.....	15
2.4.12 添加鐵(Fe)、鎳(Ni)、銅(Cu)、鉻(Cr)元素的影響.....	16
2.5 鎂合金的材料特性.....	16
2.5.1 比強度/比剛性佳.....	16
2.5.2 電磁波遮蔽性佳.....	16
2.5.3 吸震性佳.....	17
2.5.4 材料之可回收性佳.....	18
2.5.5 熱傳散熱性佳.....	18
2.6 鎂合金之時效析出研究.....	19
2.6.1 鎂合金析出物之析出形態.....	19
2.6.2 鎂-鋁-鋅系鎂合.....	21

金的析出形態.....	22	2.6.3 鎂合金析出物之顯微組織.....	25	2.6.4 析出強化理論.....	
.....	33	2.6.5 析出物量對機械性質的影響.....	34	第三章 實驗方法.....	
.....		3.1 實驗材料.....	38	
3.2 實驗規劃.....		3.3 實驗步驟.....	39	
.....	40	3.4 顯微組織的觀察與分析.....	42	3.5 拉伸實驗.....	
.....	44	3.6 微硬度實驗.....	45	3.7 晶粒尺寸的量測.....	
.....	46	3.8 掃描式電子顯微鏡(SEM)與能量分散光譜儀(EDS).....	47	3.9 X光繞射儀(X-ray Diffraction)分析.....	48
.....	49	第四章 結果與討論.....		
.....	49	4.1 析出物相之定義.....	49	4.1.1 層狀析出物.....	
.....	50	4.1.2 草蓆狀析出物.....	50	4.1.3 板片狀析出物.....	
.....	51	4.1.4 邊界析出物與短棒狀析出物.....	51	4.2 經時效處理之試片顯微結構組織的改變.....	
.....	56	4.2.1 溫度為150 之時效處理.....	56	4.2.2 溫度為200 之時效處理.....	
.....	60	4.2.3 溫度為250 之時效處理.....	59	4.3 XRD繞射分析.....	
.....	64	4.4 時效處理與機械性質之關連性.....	68	4.4.1 時效處理對晶粒尺寸的影響.....	
.....	68	4.4.2 時效處理對微硬度值的影響.....	68	4.4.3 時效處理對降伏強度的影響.....	
.....	71	4.4.4 時效處理對最大拉伸強度的影響.....	73	4.4.5 時效處理對伸長率的影響.....	
.....	75	4.4.6 時效處理對韌性值的影響.....	77	4.5 析出物之析出量與機械性質的關連性.....	
.....	79	4.5.1 析出物析出量與時效時間之關係.....	79	4.5.2 析出物析出量與硬度值之關係.....	
.....	79	4.5.3 析出物析出量與降伏強度之關係.....	82	4.5.4 析出物析出量與最大拉伸強度之關係.....	
.....	82	4.5.5 析出物析出量與伸長率之關係.....	82	4.5.6 析出物析出量與韌性值之關係.....	
.....	86	4.6 時效試片破斷面的分析.....	86	第五章 結論.....	
.....	102	第六章 參考文獻.....		

參考文獻

- 參考文獻 [1]姜志華, “輕量化應用領域之新興潛力型材料”, 金屬工業32卷 1期, pp.57~60,1998 [2]王建義, “鎂合金板材之壓型加工技術”, 工業材料雜誌 170期, pp.132~136,2001 [3]蔡幸甫, “輕金屬產業發展現況及趨勢”, 工業材料雜誌198期, pp.72~80,2003 [4]黃世宗, “大陸鎂金屬產業現況”, “台灣鎂合金協會” 投影片資料, pp.1~17,2002 [5]王俊傑, “鋁鎂合金於汽機車產業之應用發展趨勢”, 大葉大學演講資料, 1999 [6]B. L. Mordike, T. Ebert, “Magnesium Properties-applications- potential”, Materials Science and Engineering A302, pp.37~45, 2001 [7]吳仕偉, “輕金屬應用汽車、電子-環保、省能、輕量化是國際趨勢”, 機械技術, pp.60~64,2003 [8]蔡幸甫, “輕金屬產業的發展趨勢”, 工業材料雜誌166期, pp.165~168, 2000 [9]賴耿揚, “非鐵金屬材料”, 復漢出版社, 1982 [10]濮良疇、梅錫, “工程材料學”, 東華書局, 1990 [11]吳炳興, “AZ91D鎂合金時效析出相對機械性質影響之研究”, 大葉大學車輛工程研究所碩士論文, 2002 [12]邱垂泓, “鎂合金之熱處理”, 工業材料雜誌198期, pp.167~177, 2003 [13]機械材料編輯委員會, “機械材料”, 高立圖書有限公司, 1998 [14]陸志鴻, “工材料學”, 正中書局, 1979 [15]楊榮顯, “工程材料學”, 全華書局, 1997 [16]蔡大合、江益璋, “金屬材料組織”, 全華科技圖書股份有限公司, 1993 [17]黃振賢, “機械材料”, 文京書局, 1998 [18]A. K. Dahle, Y. C. Lee, M. D. Nave, P. L. Schaffer, D. H. St. John ” Development of the as-cast microstructure in magnesium-aluminum alloys”, Journal of Light Metals, pp.61~72, 2001 [19]A. Munitz, C. Cotler, A. Stern, and G. Kohn, “ Mechanical properties microstructure of gas tungsten arc welded magnesium AZ91D plates”, Materials Science and Engineering A302, pp.68~73, 2001 [20]M. Regev, E. Aghion, A. Rosen, and M. Bamberger, “ Creep studies of coarse-grained AZ91D magnesium castings”, Materials Science and Engineering A252, pp.6~16,1998 [21]劉文勝, “AZ61 鎂合金的疲勞性質與破壞分析”, 中央大學機械所碩士論文, 2000 [22]ASM, “ Magnesium Alloys”, Metals Handbook, vol.6, 9th, pp.423-455, 1985 [23]魏振仁, “鎂合金時效行為之研究”, 義守大學材料所碩士論文, 2001 [24]張永耀, “金屬熔鋸學”, 徐氏基金會, 1979 [25]Lyman, Taylor. Boyer, Howard E., “ Metals Handbook vol.8 Metallography, structures, and phase diagrams”, Metals Park, Ohio American Society for Metals,pp.305~311,1974 [26]Brooks, “ C. R., Heat T treatment, Structure and Properties of Nonferrous Alloys. ” ASM International, Metals Park, OH, 1984 [27]ASM Metals Handbook, ASM International, Metals Park, OH, 1979 [28]J. F. King, “ Development of Magnesium Diecasting Alloys”, Magnesium Alloys and their Applications, pp. 37-47, 1998 [29]G. E. Dieter, “ Fractography”, Mechanical Metallurgy, SI Metric Edition, pp. 107, 1988 [30]楊智超, “鎂合金材料特性及新製程發展”, 工業材料152期, pp.72~80, 1999 [31]蔡純芬, “鎂合金之現況與發展前景”, <http://member.pscnet.com.tw/mandoc/research/rep-3/3-20000726143551.htm>, 2000 [32]許維哲, “筆記型電腦的新趨勢-鎂合金”, <http://search.etop.com.tw/research/4monthstock/financial4-2.html>, 2000 [33]H. Haferkamp, U. Dilthey, G. Trager, I. Burmester, M. Niemyer Magnesium Alloys and their Application. Processings, pp.595~600, 1998 [34]林榮輝, “鎂鋁鋅合金時效析出相變之分析”, 中央大學機械工程研究所碩士論文, 2002 [35]S. Celotto, T.J. Bastow, ” Study of Precipitation in Aged Binary Mg – Al and Ternary Mg – Al – Zn Alloys Using 27Al NMR Spectroscopy”, Acta mater. 49, pp.41-51,2001 [36]土重晴、島陽原著,陳永璋譯, “鎂合金之熱處理”, 金屬熱處理, vol. 63, pp. 72-81, 1999 [37]Y. Guangyin, S. Yangshan, D. Wenjiang, ” Effects of bismuth and

antimony additions on the microstructure and mechanical properties of AZ91 magnesium alloy ” , Materials Science and Engineering A308 ,pp.38~44,2001 [38]ASM Handbook, vol. 4, “ Heat treating of nonferrous alloys ” , 1991.

[39]S. Celotto, “ TEM Study of Continuous Precipitation in Mg-9wt%Al-1wt%Zn Alloy ” , Acta Materialia, vol. 48, pp. 1775-1787, 2000

[40]Robert E. Reed-Hill, Physical Metallurgy Principles, 3rd edition, pp.532~535, 1994.

[41]I.J. Plomear, “ Light Alloy: Metallurgy of the Light Metals ” , ARNOLD, 1995.

[42]G. Song, A. L. Bowles, D. H. StJohn, “ Corrosion resistance of aged die cast magnesium alloy AZ91D ” , Materials Science and Engineering A366, pp.74~86, 2004 [43]M. Regev, O. Botstein, M. Bamberger, A. Rosen, “ Continuous versus interrupted creep in AZ91D magnesium alloy ” , Materials Science and Engineering A302, pp.51~55, 2001.

[44]R. Charlie, “ Precipitation Hardening in Magnesium-Base Binary Alloy ” , Heat Treatment, Structure and Properties of Nonferrous Alloys, pp.255-274, 1982 [45]R.A. Higgins, “ Engineering Metallurgy ” , Edward Arnold,1983.

[46]C.J. Bettles, “ The effect of gold additions on the ageing behavior and creep properties of the magnesium alloy AZ91D ” , Materials Science and Engineering A348, pp.280~288, 2003 [47]Anon., ASTM E8M-89b,Standard Test Method for Tension Testing of Metallic Materials [Metric]1, Chapman and Hall, 1990 [48]R. Koch, J. A. Nelson, “ Metallographic Etching ” , ASM Metals Park, Ohio 44073, 1978 [49]Anon., ASTM E384-84, “ Standard Test Method for Micro hardness of Materials ” , Chapman and Hall, New York,1991