

# 交流電頻率與擺幅熱源對AZ61A鎂合金銲件機械性質影響之研究

陳盈志、廖芳俊

E-mail: 9405659@mail.dyu.edu.tw

## 摘要

由於科技的進步，消費者對產品的要求已由功能取向轉為兼需具外觀造型、質感、輕質與可攜性等特性。更加上環保意識的提升，尤其對運輸工具的輕量化、低污染、高能源效率及安全等功能性及經濟性的考量，間接促使輕量化材料受到重視。其中「鎂合金」更成為新世代輕量化用材的主流，乃因鎂合金具有許多優良的特性；如低比重、高比強度及比剛性、良好熱傳散熱性、高吸震性、耐鹽水腐蝕性佳、及高電磁波遮蔽性等。但也由於鎂合金為HCP之晶體結構，導致其在常溫之延展性低、加工成型性不佳，因此除了需提升與改進各類型鎂合金基本性質外，對相關加工製程技術的配合也相當重要，其中熔接技術即是其中之一。目前國內外對鎂合金接合之研究報告並不多，且大多著重於雷射束或電子束銲接方面。因而本實驗選擇製造業界普遍採行之惰氣鎢電極電弧銲(GTAW)，對AZ61A鎂合金進行熔接研究，希望能藉由擺幅的施加與交流電頻率的變更，進一步了解其對銲道結構與機械性質之影響，進而熟悉此類鎂合金的銲接特性。實驗結果顯示，低擺動頻率擺幅的施加對銲道整體性質的影響並不明顯；而交流電頻率的改變，對銲道性質則明顯產生不等程度的影響。隨交流電頻率的增高，銲道熔融區之金相結構產生明顯晶粒細化的情形，而此晶粒細化的結果也直接影響了銲道的機械性質表現與破斷模式。希望能藉由此次的研究，對業界熔接技術的提升有所助益，進而擴展鎂合金材料之應用價值及可運用範疇。

關鍵詞：AZ61A 鎂合金，擺幅銲接，交流電頻率，機械性質。

## 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	viii	目錄	ix	圖目	
錄	xiii	表目錄	xviii	第一章 序論	1	1.1 前言	1	1.2 鎂合金之簡介	3	1.3 鎂合金之命名方法	5
1.4 鎂合金的分類	6	1.4.1 鑄造用鎂合金	7	1.4.2 鍛造用鎂合金	9	1.5 添加合金元素對鎂合金性質的影響	10	1.5.1 添加鋁(Al)元素的影響	10	1.5.2 添加鋅(Zn)元素的影響	10
1.5.3 添加錳(Mn)元素的影響	10	1.5.4 添加鈦(Ti)元素的影響	10	1.5.5 添加鋰(Li)元素的影響	11	1.5.6 添加矽(Si)元素的影響	11	1.5.7 添加鈹(Be)元素的影響	11	1.5.8 添加銀(Ag)元素的影響	11
1.5.9 添加稀土(Re)元素的影響	11	1.6 鎂合金材料之特性	12	1.6.1 比重低	12	1.6.2 比強度/比剛性佳	12	1.6.3 可回收性佳	12	1.6.4 吸震性佳	13
1.6.5 熱傳散熱性佳	14	1.6.6 電磁波遮蔽性佳	14	1.7 鎂合金之應用及未來的發展趨勢	15	1.8 本文目標	18	第二章 文獻回顧	19	2.1 鎂合金之銲接性研究	19
2.1.1 雷射束銲接(Laser beam welding)	19	2.1.2 電弧銲接(Arc welding)	20	2.1.3 電子束銲接(Electron beam welding)	21	2.2 同步震盪對銲道顯微結構的影響	22	2.3 電弧銲之脈衝電流對銲道微結構的影響	24	2.4 鎂合金析出物之顯微組織	26
第三章 實驗方法	28	3.1 實驗材料	28	3.2 實驗規劃	29	3.3 實驗步驟	30	3.4 銲接方法的介紹	34	3.5 顯微組織的觀察與分析	36
3.6 拉伸試驗	36	3.7 微硬度試驗	37	3.8 晶粒尺寸的量測計算	39	3.9 掃描式電子顯微鏡(SEM)及X光能量分散光譜儀(EDS)	40	第四章 實驗結果分析與討論	41	4.1 AZ61A鎂合金擠製板母材顯微組織之觀察與分析	41
4.2 AZ61A鎂合金銲道之顯微組織	43	4.3 不同銲接製程下銲道性質之探討	46	4.3.1 未施加擺幅之銲道性質	46	4.3.1.1 不同熱源走速，交流電頻率的改變對銲道晶粒尺寸之影響	46	4.3.1.2 不同熱源走速，交流電頻率的改變對銲道機械性質之影響	51	4.3.2 施加擺幅(擺幅頻率1.6 Hz)之銲道性質	57
4.3.2.1 不同熱源走速，交流電頻率的改變對銲道晶粒尺寸的影響	57	4.3.2.2 不同熱源走速，交流電頻率的改變對銲道機械性質之影響	66	4.4 銲道拉伸試片破斷面的分析	78	4.4.1 母材之拉伸破斷面分析	78	4.4.2 不同交流電頻率銲道之拉伸破斷面分析	78	第五章 結論	96
參考文獻	98										

## 參考文獻

- 楊智超，“鎂合金材料特性及新製程發展”，工業材料雜誌 152 期，pp.72~80, 1999.
- 廖芳俊，“鍛造用Mg-Al-Zn系鎂合金熔銲製程之探討”，工業材料雜誌 174 期，pp.169~175, 2001.
- 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.
- 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.
- 金重勳，“工程材料”，復文書局，1996.
- 機械材料編輯委員會編著，“機械材料”，高力書局，1993.
- 楊榮顯，“工程材料學”，全華書局，1997.
- M. Regev, E. Aghion, A. Rosen,

M. Bamberger, " Creep studies of coarse-grained AZ91D magnesium castings ", Materials Science and Engineering A252, pp.6~16, 1998. 9. A. Munitz, C. Cotler, A. Stern, G. Kohn, " Mechanical properties microstructure of gas tungsten arc welded magnesium AZ91D plates ", Materials Science and Engineering A302, pp.68~73, 2001. 10. 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. 11. C. H. Caceres, C. J. Davidson, J. R. Griffiths, C. L. Newton, " Effect of solidification rate and ageing on the microstructure and mechanical properties of AZ91 alloy ", Materials Science and Engineering A325, pp.344~355, 2002. 12. C. Shaw, H. Jones, " The contributions of different alloying addition to hardening in rapidly solidified magnesium alloys ", Materials Science and Engineering A226~228, pp.856~860, 1997. 13. Arne K. Dahle, Toung C. Lee, Mark D. Nave, Paul L. Schaffer, David H. StJohn, " Development of the as-cast microstructure in magnesium-aluminum alloys ", Journal of Light Metals, pp.61~72, 2001. 14. 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. 15. 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. 16. 許維哲, " 筆記型電腦的新趨勢- 鎂合金 ", <http://search.etop.com.tw/research/4monthstock/financia14-2.html>, 2000. 17. 黃升柏, " 鎂合金 ", <http://home.kimo.com.tw/po.po2/mg14.html>, 2000. 18. 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. 19. H. Haferkamp, U. Dilthey, G. Trager, I. Burmester, M. Niemeyer Magnesium Alloys and their Application. Proceesings, pp.595~600, 1998. 20. A. Weisheit, R. Galun, B. L. Mordike, Magnesium Alloys and their Application. Proceesings, pp.619~624, 1998. 21. A. Weisheit, R. Galun, B. L. Mordike, " Laser beam welding of magnesium alloy ", Welding Journal, pp.149s ~154s, 1998, 4. 22. H. krohn, S. singh, " Welding of Magnesium Alloys ", Speech, IIW Seminar, Trends in Welding of Lightweight Automotive and Railroad Vehicles, Wels, Austria, pp.625~626, 1997. 23. C. Cotler, A. Munitz, A. Stern, G. Kohn, Materials Science and Engineering, pp.68~73, 2001, A302. 24. U. Draugelates, B. Bouaifi, J. Bartsch, B. Ouaisa, Magnesium Alloys and their Application. Proceesings, pp.601~606, 1998. 25. A. Munitz, C. Cotler, H. Shaham, G. Kohn, " Electron beam welding and gas tungsten arc welding of magnesium alloy ", Welding Journal, pp.203s~208s, 2000, July. 26. 蘇勢方, " 鎂基材料電子束鐳接之冶金特性與組織研究 ", 國立 中山大學材料科學研究所, 2001. 27. Weite Wu, " Influence of vibration frequency on solidification of weldments ", Scripta mater, pp.661~665, 2000, 42. 28. 謝明棠, " 同步振動對於AZ91D 鎂合金凝固組織的影響 ", 義守 大學材料科學與工程學系, 2000. 29. Asahina, Toshikatsu, Journal of japan institute of light alloys, Vol. 45, No. 2, pp.70~75, 1995. 30. 黃義順, 王星豪, " 鎂及鎂合金之基本特性與鐳接性 ", 焊接與 切割雜誌, Vol. 13, No. 3, pp.33~42, 2003. 31. I. J. Plomear, " Light Alloy: Metallurgy of the light metals ", ARNOLD, 1995. 32. 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. 33. Anon., ASTM E384-84, " Stardard Test Method for Microhardness of Materials ", Chapman and Hall, New York, 1991. 34. Lyman, Taylor. Boyer, Howard E., " Metals Handbook vol.8 Metallography, structure, and phase diagrams ". Metals Park, Ohio American Society for Metals, pp.305~311, 1974. 35. A. Eliezer, E. M. Gutman, E. Abramov, Ya. Unigovski, " Corrosion fatigue of die-cast and extruded magnesium alloys ", Journal of Light Metals 1, pp.179~186, 2001. 36. M. Regev, O. Botatein, M. Bamberger, A. Rosen, " Continuous versus interrupted creep in AZ91D magnesium alloy ", Materials Science and Engineering A302, pp.51~55, 2001.