

脈衝電流及時效處理對15V-3Al-3Sn-3Cr鈦合金鐸道析出相與機械性質影響之研究

黃裕文、廖芳俊

E-mail: 9419896@mail.dyu.edu.tw

摘要

由於產品的研發與生產速度的加快，相對產品淘汰的速度亦加速的趨勢下，商品已不能只著重於功能性，更要重視其外觀質感、輕巧方便及環保可回收性。而輕金屬材料產業之發展，則完全符合目前節約能源、降低二氧化碳排放量及資源再生等全球性之環保訴求，促使輕金屬產業具有高發展潛力的原因之一。在輕金屬材料中，最為大眾所熟知的有鎂、鋁及鈦金屬。其中鈦金屬為一質輕、比强度高且耐腐蝕性甚佳的材料，同時也是應用在輕量化結構領域中極佳的用材。初期鈦金屬的冶煉及加工困難，造成材料與二次加工成本高，故早期鈦金屬的應用以軍事及航太工業為主。隨著真空冶煉與加工技術漸趨成熟，已逐步被推廣應用於一般工業。近年來，鈦的應用領域已逐漸寬廣，故常需使用到鐸接製程的施加。目前國內對鈦合金熔接之相關研究並不多，因此本實驗選擇目前業界普遍採用之情氣鎢電極電弧鐸，對15V-3Al-3Sn-3Cr鈦合金施以脈衝電流之熔接試驗。由於此類鈦合金可經適當之熱處理而達到提升機械強度與伸長率不降太多之目標，故研究將著重在對母材及脈衝鐸道施加熱處理前後，探討脈衝頻率與析出相對機械性質之影響情形。實驗結果顯示，母材經固溶時效處理可達到最佳之抗拉強度與伸長率組合。至於鐸道在施加不同頻率之脈衝電流後，鐸道晶粒皆可達到細化的效果，且強度也隨之增高，但仍未高過原始母材。若對鐸道施以鐸後時效處理，其硬度及強度都呈現大幅度提升的現象，並且發現最大拉伸強度有隨脈衝頻率的增高而出現緩緩降低的情形，相信此結果與析出相的析出比例和分佈有密切的關係。大抵而言，經時效處理之9Hz脈衝頻率鐸道之整體機械性質的表現為最佳。最後期望能藉由本研究的成果，對鈦合金業界熔接技術的提升有所幫助，使其能應用在更多的領域上。

關鍵詞：15V-3Al-3Sn-3Cr鈦合金、情氣鎢電極電弧鐸、脈衝電流、鐸後時效處理

目錄

封面內頁 簽名頁 授權書.....	iii
中文摘要.....	iii
v 英文摘要.....	vi
致謝.....	vi
viii 目錄.....	viii
ix 圖目錄.....	ix
xiv 表目錄.....	xiv
xx 第一章 序論.....	1
1.1 緣起.....	1
1.1.2 本文目標.....	1
4 第二章 文獻回顧.....	4
6.2.1 簡介.....	6
6.2.2 鈦及鈦合金.....	7
7.2.3 鈦之穩定元素.....	9
9.2.3.1 穩定元素.....	9
9.2.3.2 中性穩定元素.....	9
9.2.3.3 穩定元素.....	9
10.2.4 鈦合金之分類.....	10
11.2.4.1 型鈦合金.....	11
11.2.4.2 + 型鈦合金.....	11
13.2.4.3 型鈦合金.....	13
13.2.4.4 近 型鈦合金.....	13
14.2.4.5 近 型鈦合金.....	14
14.2.5 鈦合金材料之特性.....	14
14.2.5.1 比重低.....	14
14.2.5.2 比強度和比剛性高.....	14
15.2.5.3 良好的高溫潛變強度.....	15
15.2.5.4 優異的耐蝕性.....	15
17.2.5.5 高疲勞強度.....	17
17.2.5.6 高破壞韌性.....	17
18.2.5.7 彈性模數低.....	18
19.2.5.8 人體親和性.....	19
19.2.5.9 鈦合金之其它特性.....	19
19.2.6 金相顯微組織.....	19
20.2.6.1 等軸結構.....	20
20.2.6.2 層狀結構.....	20
20.2.7 麻田散體.....	20
21.2.7.1 板條狀麻田散體 ' 結構.....	21
22.2.7.2 針狀麻田散體 ' 結構.....	22
22.2.7.3 斜方晶系麻田散體 ' 結構.....	22
22.2.8 鈦合金的熔接性.....	22
23.2.9 鈦合金之接合方法.....	23
24.2.10 情氣鎢電極電弧鐸接之脈衝電流頻率對鐸道微結構之影響.....	24
29.2.11 鐸道內之金相組織.....	29
31.2.12	31

鈦合金之熱處理.....	33	2.13 熱處理對鈦合金之影響.....	
..... 34	2.14 鈦合金之銲後時效處理.....	39	第三章 實驗方法.....
..... 45	3.1 實驗材料.....	45	3.2 實驗規劃.....
..... 48	3.4 銲接實驗設備簡介.....	51	3.5 顯微組織的觀察與分析.....
..... 52	3.6 拉伸試驗.....	53	3.7 維氏硬度試驗.....
..... 55	3.9 X 光射線繞射儀(XRD).....	56	3.10 掃描式電子顯微鏡(SEM)與能量分散光譜儀(EDS).....
57	第四章 實驗結果分析與討論.....		
58	4.1 15V-3Al-3Sn-3Cr 鈦合金母材與經熱處理母材之微觀金相組織.....	58	4.2 熱處理對15V-3Al-3Sn-3Cr 鈦合金母材機械性質之影響.....
58	4.3 經熱處理之Ti-15-3 合金母材析出相對機械性質之影響.....	62	4.4 15V-3Al-3Sn-3Cr 鈦合金銲道之金相組織.....
64	4.5 交流電、脈衝頻率及銲後時效處理對銲道晶粒尺寸之影響.....	69	4.6 15V-3Al-3Sn-3Cr 鈦合金銲道之微觀結構組織.....
73	4.7 交流電、脈衝頻率及銲後時效處理對銲道機械性質之影響.....	75	4.7.1 交流電頻率、脈衝頻率及銲後時效處理對銲道硬度值影響.....
76	4.7.2 交流電頻率、脈衝頻率及銲後時效處理對銲道降伏強度影響.....	76	4.7.3 交流電頻率、脈衝頻率及銲後時效處理對銲道抗拉強度影響.....
79	4.7.4 交流電、脈衝頻率及時效處理對銲道伸長率及韌性值的影響.....	79	4.8 脈衝電流與經時效處理銲道之XRD 分析.....
83	4.8.1 時效處理銲道脈衝電流頻率與析出相之關係.....	83	4.8.2 時效處理銲道析出相比例與降伏強度之關係.....
87	4.8.3 時效處理銲道析出相比例與最大拉伸強度之關係.....	87	4.8.4 時效處理銲道析出相比例與伸長率之關係.....
87	4.9 拉伸試片破斷面之分析.....	91	4.9.1 原始母材與經熱處理母材之拉伸破斷面分析.....
91	4.9.2 銲道之拉伸破斷面分析.....		
97	4.9.2.1 脈衝頻率銲道之拉伸破斷面分析.....	97	4.9.2.2 經時效處理脈衝銲道之拉伸破斷面分析.....
101	第五章 結論.....	105	參考文獻.....
108			

參考文獻

- [1] 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.
- [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, 2001.02.
- [3] 于曉惠, “ 鈦合金於汽車產業之應用 ”, 金屬工業研究發展中心, 2003.08.
- [4] 高道綱, “ 鈦銲接技術 ”, 全華科技圖書, 2001.11.
- [5] 周金龍, “ 鈦金屬產業技術發展規劃報告 ”, 金屬工業研究發展中心, 2003.11.
- [6] 蔡幸甫, “ 輕金屬產業發展現況及趨勢 ”, 工業材料雜誌198 期, pp.78~80, 2003.06.
- [7] 賴耿陽, “ 金屬鈦(理論與應用) ”, 復漢出版社, 2000.11.
- [8] 黃錦鐘, “ 鈦及鈦合金的銲接[1]-鈦的製法與鈦的性質 ”, 機械技術雜誌, pp.202~209, 1997.8.
- [9] 機械材料編輯委員會編著, “ 機械材料 ”, 高立書局, 1993.
- [10] T. B. Massalski, “ Binary Alloy Phase Diagrams ”, Vol.3, ASM, pp.3494~3495, 1989.
- [11] W. F. Smith, “ Structure and Properties of Engineering Alloy ”, Mc Graw-Hill, p.411-415, 1981.
- [12] I. J. Plomear, “ Light Alloy: Metallurgy of the Light Metals ”, ARNOLD, 1995.
- [13] M. J. Donachie, JR, “ Titanium and Titanium Alloy ”, Source Book, pp.10-14.
- [14] M. J. Massalski, Jr, “ Titanium - A Technical Guide ”, ASM, pp.1~4, 1988.
- [15] “ Titanium Alloy Guide ”, RTI International Metals, Inc. Company, http://www.rti-intl.com/products%20&%20services/index_ps.htm pp.1~45.
- [16] Kobe Steel Ltd, “ Top Titanium manufacturer - Kobelco ”, <http://www.kobelco.co.jp/p034/e/titanium.htm> pp.1~6.
- [17] E. W. Collings, “ Materials Properties Handbook ”, Titanium Alloys, ASM, pp.488~491.
- [18] M. J. Donachie, JR, “ Titanium and Titanium Alloy ”, Source Book, pp.3~9.
- [19] 陳學人, “ Ti-6Al-4V 合金之相變態特性與組織分析 ”, 台灣大材料工程研究所碩士論文, 2001.07.
- [20] 羅騰玉、吳韻聲, “ 鈦及鈦合金銲接 ”, 銲接與切割雜誌 12 卷 2 期, pp.28~38, 2001.03.
- [21] Q. Yunlian, D. Ju, H. Quan, Z. Liying, “ Electron Beam Welding, Laser Beam Welding and Gas Tungsten Arc Welding of Titanium Sheet ”, Materials Science and Engineering, pp.177~181, 2000.
- [22] W. Zhou, K. G. Chew, “ Effect of Welding on Impact Toughness of Butt-joint in a Titanium Alloy ”, Materials Science and Engineering, pp.180~185, 2003.
- [23] A. P. Wu, G. Q. Wang, “ Microstructure and Mechanical Properties of Ti-24Al-17Nb (at%) Laser Beam Welding Joints ”, Intermetallics, pp.647~652, 2002.

- [24] T. Mohandas, G. M. Reddy, " A Comparison of Continuous and Pulse Current Gas Tungsten Arc Welds of an Ultra High Strength Steel ", Journal of Material Processing Technology, pp.222~226, 1997.
- [25] S. Sundaresan, G. D. J. Ram, G. M. Reddy, " Microstructural Refinement of Weld Fusion Zones in - Titanium Alloys Using Pulsed Current Welding ", Materials Science and Engineering, pp.88~100, 1999.
- [26] 陳家暘, " 脈衝電流對6Al-4V 鈦合金鐸道結構及機械性質影響性之研究 ", 大葉大學車輛工程 研究所碩士論文, 2003.06.
- [27] S. J. Kim, M. Hagiwara, Y. Kawabe, Edwards, S. S. Kim, " Internal Crack Initiation in High Cycle Fatigued Ti-15V-3Cr-3Al-3Sn Alloys ", Materials Science and Engineering, pp.73~78, 2002.
- [28] J. Ma, Q. Wang, " Aging Characterization and Application of Ti-15-3 Alloy " pp.150~154, 1998.
- [29] S. M. Kazanjian, E. A. Starke Jr, " Effect of Microstructure Modification on Fatigue Crack Growth Resistance of Ti-15V-3Al-3Sn-3Cr ", International Journal of Fatigue, pp.127~135, 1999.
- [30] M. F. Arenas, V. L. Acoff, " The Effect of Postweld Heat Treatment on Gas Tungsten Arc Welded Gamma Titanium Aluminide ", Scripta Materialia, pp.241~246,2002.
- [31] K. K. Murthy, S. Sundaresan, " Fatigue Crack Growth Behavior in a Welded - Ti-Al-Mn Alloy in Relation to Microstructural Features ", Material Science and Engineering, pp.201~211,1997.