

# 脈衝電流對2304雙相不鏽鋼與304不鏽鋼鐸道結構及機械性質影響之研究

楊欣誠、廖芳俊

E-mail: 9708020@mail.dyu.edu.tw

## 摘要

雙相不鏽鋼由於同時擁有肥粒鐵相及沃斯田鐵相的優點，所以比傳統沃斯田鐵系不鏽鋼具有較佳的機械性質，且在遭遇含氯離子或硫化物較頻繁的環境下，擁有優良的抗腐蝕能力，近年來被廣泛的使用在石化工業中各種儲存和運輸等設備、熱交換器及海水淡化系統等。雙相不鏽鋼可以使用目前通用的鐸接方法來施鐸，但要盡量降低鐸接時的入熱量以免影響到鐸道內沃斯田鐵相-肥粒鐵相的相平衡。此研究將分別對3厘米之304不鏽鋼及2304雙相不鏽鋼施以惰氣鎢電極電弧鐸(GTAW)之平板對接鐸，探討在不同鐸接參數組合(鐸接電流、脈衝頻率等)下，對各鐸道之沃斯田鐵( )相與肥粒鐵( )相含量的改變及鐸道結構組織分佈的變化進行分析，同時亦對各參數鐸道進行機械性質的測試，希望能獲得相互間的關連性，據以探求對此類雙相不鏽鋼之最佳鐸接參數組合。其間亦藉由施以不同頻率之脈衝電流輸出的模式，來提升熔池的攪拌效果，以期能進一步降低鐸接時所需的入熱量，並達到提升冷卻速率及細化鐸道晶粒之目標。更希望此研究成果，能對學術界及製造業界知識的提升和鐸接技術的升級有所助益。

關鍵詞：雙相不鏽鋼；沃斯田鐵系不鏽鋼；脈衝電流頻率；晶粒細化

## 目錄

中文摘要	iv
英文摘要	v
誌謝	vi
目錄	vii
圖目錄	xi
表目錄	xv
第一章 緒論	1
第二章 文獻回顧	3
2.1 不鏽鋼與雙相不鏽鋼介紹	3
2.1.1 不鏽鋼介紹	3
2.1.2 雙相不鏽鋼介紹	3
2.2 不鏽鋼種類介紹	6
2.2.1 沃斯田鐵型不鏽鋼	6
2.2.2 肥粒鐵型不鏽鋼	8
2.3 雙相不鏽鋼種類介紹	9
2.4 合金元素的添加對於單相及雙相不鏽鋼之影響	10
2.4.1 添加鉻元素的影響	10
2.4.2 添加鎳元素的影響	10
2.4.3 添加碳元素的影響	10
2.4.4 添加氮元素的影響	11
2.4.5 添加錳元素的影響	11
2.4.6 添加矽元素的影響	11
2.4.7 添加銅元素的影響	12
2.4.8 添加硼元素的影響	12
2.4.9 添加鈦元素的影響	12
2.5 不鏽鋼鐸接性	13
2.6 雙相不鏽鋼的鐸接性	14
2.7 脈衝電流GTAW對雙相不鏽鋼的影響	20
第三章 實驗步驟與方法	23
3.1 實驗材料	23
3.2 實驗規劃	24
3.3 實驗步驟	27
3.4 鐸接實驗	29
3.5 實驗試片取樣及鑲埋	30
3.6 金相試片拋光與腐蝕	33
3.7 硬度試驗	34
3.8 拉伸試驗	36
3.9 破斷路徑與破斷面分析	38
3.10 晶粒尺寸之量測計算	39
3.11 掃描式電子顯微鏡(SEM)及能量分散光譜儀(EDS)	41
3.12 肥粒鐵相比例量測	42
第四章 實驗結果分析與討論	43
4.1 母材微結構的觀察分析與機械性質的測量	43
4.1.1 304不鏽鋼微結構觀察與第二相分析	45
4.1.2 2304雙相不鏽鋼兩相成份分析	48
4.2 鐸接電流對304不鏽鋼鐸道之影響	49
4.2.1 鐸接電流對304不鏽鋼鐸道幾何形貌之影響	50
4.2.2 鐸接電流對304不鏽鋼鐸道機械性質之影響	53
4.3 鐸接電流對2304雙相不鏽鋼鐸道之影響	59
4.3.1 鐸接電流對2304雙相不鏽鋼鐸道形貌及金相組織之影響	59
4.3.2 鐸接電流對2304雙相不鏽鋼鐸道機械性質之影響	63
4.3.3 鐸接電流對2304雙相不鏽鋼鐸道晶粒尺寸之影響	69
4.3.4 鐸接電流對2304雙相不鏽鋼鐸道兩相成分比例之影響	71
4.4 脈衝電流頻率對2304雙相不鏽鋼鐸道之影響	73
4.4.1 脈衝電流頻率對2304不鏽鋼鐸道形貌及金相組織之影響	75
4.4.2 脈衝電流頻率對2304雙相不鏽鋼鐸道機械性質之影響	78
4.4.3 脈衝電流頻率對2304雙相不鏽鋼鐸道晶粒尺寸之影響	85
4.4.4 脈衝頻率對2304雙相不鏽鋼鐸道兩相成分比例之影響	87
4.5 2304雙相不鏽鋼鐸道肥粒鐵相含量比例與機械性質之關係	89
4.6 304不鏽鋼與2304雙相不鏽鋼拉伸試驗試片破斷面分析	93
4.6.1 304不鏽鋼拉伸試驗試片破斷面分析	93
4.6.2 2304雙相不鏽鋼拉伸試驗試片破斷面分析	95
第五章 結論	98
參考文獻	101

## 參考文獻

- [1] 白志華，「雙相不鏽鋼鐸接與熱模擬試驗後顯微結構變化之研究」，國立中山大學材料科學研究所碩士論文，2002年7月。
- [2] 楊榮誌，「雙相鋼簡介-從技術觀點看雙相鋼」，OUTO KUMPU，2006年11月。
- [3] 周長彬、蔡丕椿、郭央謀，「鐸接學」，全華書局，1989年9月。
- [4] 張少康，「雙相不鏽鋼高能束電弧複合式鐸接之冶金特性與微結構分析」，國立中山大學材料科學研究所碩士論文，2000年6月。
- [5] M. Barteri., F. Mancia., R. Bruno., and A. Tamba., "Microstructural study and Corrosion Performance of a Duplex and Superaustenitic Steel in Sour Well Environment," Corrosion 43, pp.518-542, 1987.
- [6] 黃義順，「雙相不鏽鋼及其鐸件低週次疲勞與腐蝕特性」，國立海洋大學機械與輪機工程學系碩士論文，2002年6月。
- [7] P. Schafmeister., and R. Ergang., "Arch Eisenhüttenwes," pp.459-464, 1939.
- [8] 王繼敏，「不鏽鋼與金屬腐蝕」，科技圖書股份有限公司，1992年11月。
- [9] "AWS Welding Handbook," Vol.4, 7ed, pp.98-99.

- [10] R. Castrod J.J. and de Cadent., " Welding & Metallurgy of Stainless and Heat-Resisting Steels, " Cambridge University, pp.82, 1974.
- [11] R. N. Gunn, " Duplex Stainless Steels: Microstructure, Properties and Applications, " Abington Publishing, 1997.
- [12] 劉宏義, " 合金元素及製程參數對雙相不銹鋼機械性質與耐蝕性質影響之研究, " 國立成功大學材料科學與工程系博士論文, 2001年6月。
- [13] 吉田健, " 不銹鋼的合金元素, " vol.40, pp.10, 1996年。
- [14] J. A. Daniels., J. A. Doutheet., and J. G. Tack., " Duplex Stainless Steel with High Manganese, " 1988.
- [15] Nasto Qokubo et.al., " Antimicrobial Activity and Basic Properties of Antimicrobial Stainless Steel ' NSSAM Series, ' " 日新製鋼技報, vol.77, pp.69-81, 1998.
- [16] 林日盛, " 鈦對430肥粒鐵不銹鋼機械性質之影響 ", 義守大學材料科學與工程學系碩士論文, 2002年7月。
- [17] Hiroshi Fujimura, Shinji Tsuge, " Effect of C, Ti, Nb on Recrystallization Behavior after Hot Deformation in 16%Cr Ferritic Stainless Steel , " International Congress Stainless Steel ' 99 Science and Market 3rd European Congress, vol.2, pp. 6-9,67-76, June 1999.
- [18] 柯文賢, " 腐蝕及其防制, " 全華書局, 1995年。
- [19] J. A. Brook., " Metallurgical Transactions A-Physical Metallurgy and Materials Science, " 22A(4), pp.915-926, 1991.
- [20] S. Atamert. and J. E. King., " Elemental partitioning and microstructural development in duplex stainless steel weld metal, " Materials Science and Technology, Vol. 8, pp.896-911, 1992.
- [21] Lindblom B. S. E., Lundquist B., Hannerz N.E., " Grain Growth in HAZ of Duplex Stainless Steels, " Scandianvian Journal of Metallurgy, Vol. 20, pp.305-315, 1991.
- [22] S. H. Wang., P. K. Cuiu., J. R. Yang., Jason Fang., " Gamma ( ) phase transformation in pulsed GTAW weld metal of duplex stainless steel, " Materials Science and Engineering, A420, pp.26-33, 2006.
- [23] 陳志鵬, " 雙相不銹鋼高能量束銲件的微觀組織與組織演化之研究, " 國立中山大學材料科學研究所博士論文, 2000年12月。
- [24] 陳東宏, " 2205雙相不銹鋼之相變態特性及顯微組織研究, " 國立臺灣大學材料科學與工程學研究所博士論文, 2001年6月。
- [25] 廖芳俊, " 機械材料熔焊性質與應用, " 2005年。
- [26] Laman., T. Boyer., E. howard., " Metals Handbook vol.8 Metallography ,structure ,and phase diagrams, " Metals Park, Ohio American Society for Metals, pp.305-311, 1974.