

304不銹鋼PAW銲道與第二道TIG銲道之固溶及時效處理對機械性質影響之研究

蔡政達、廖芳俊

E-mail: 9708025@mail.dyu.edu.tw

摘要

本研究之目的主要在探討304沃斯田鐵型不銹鋼經PAW銲接與第二道次TIG銲的施加，再經固溶及時效處理對機械性質之影響。在實驗設計上，施以1050、1100、1125、1150 四種固溶處理溫度，固溶時間則為3~120 min，並對固溶試片進行650 時效溫度及60~600 min的時效時間。藉由對各試片的金相顯微組織觀察、硬度值量測、破斷面檢視及拉伸試驗數據的分析，希望能找出有效提升304不銹鋼機械性質之最佳銲接製程參數。由實驗結果顯示，304不銹鋼是否經固溶處理都仍有第二相組織的存在。對單道次之PAW銲道試片在固溶溫度1100 ，短時間固溶處理有最佳機械性質的表現；且隨固溶溫度的升高，晶粒尺寸與伸長率有稍微的提升，但對抗拉強度與韌性值卻有不良的影響。於650 、60 min之時效處理，已可發現少量且鬆散之不連續析出物沿晶粒邊界析出，且經過固溶處理之試片，比未經固溶處理試片於晶粒邊界上更容易有生成物的析出。在600 min時效試片，析出物的析出模式仍與短時效時間一樣。且經SEM觀察，析出物並不只侷限在晶界上析出，也會在流線組織上析出。而在施加第二道TIG銲道之雙道次試片中，其機械性質表現皆比單道次銲道來得佳，若再經固溶處理之機械性質亦會隨之增加，特別在伸長率有明顯增加的情形。建議若要對304不銹鋼進行固溶處理，固溶溫度可控制在1100 ~1125 間，應能夠獲得最佳機械性質的組合。最後希望藉由本次研究的成果，能對工業界常用之304不銹鋼熱處理技術的提升有所助益，使不銹鋼能在更多領域上有更廣泛的應用。

關鍵詞：304不銹鋼；PAW銲道；TIG銲道；固溶處理；時效處理；機械性質

目錄

中文摘要	iv
英文摘要	vi
誌謝	viii
目錄	ix
圖目錄	xiii
表目錄	xvii
第一章 前言	1
1.1 前言	1.1.1
1.2 實驗目的	2
第二章 文獻回顧	3
2.1 不銹鋼簡介	3
2.2 沃斯田鐵系不銹鋼	4
2.2.1 沃斯田鐵系不銹鋼之簡介	4
2.2.2 沃斯田鐵系不銹鋼中的碳化鉻	5
2.3 電離子氣電弧銲接	8
2.3.1 銲接原理	8
2.3.2 電弧銲接溫度	9
2.3.3 銲道觀察	10
2.3.4 銲接變形	13
2.4 銲道凝固模式	15
2.5 肥粒鐵對銲道之影響	18
2.6 熱影響區	20
2.7 熱處理	22
2.7.1 晶粒成長對基材的影響	22
2.7.2 固溶熱處理與時效處理	24
第三章 實驗方法	26
3.1 實驗材料	26
3.2 實驗規劃	27
3.3 實驗步驟	29
3.4 銲接實驗	31
3.5 顯微組織的觀察與分析	34
3.6 硬度試驗	35
3.7 拉伸試驗	37
3.8 晶粒尺寸之量測計算	39
3.9 掃描式電子顯微鏡(SEM)及X光能量分散光譜儀(EDS)	41
第四章 實驗結果之分析與討論	42
4.1 板材厚度與硬度值關係	42
4.2 304不銹鋼軋延板母材之金相結構組織與機械性質	44
4.3 第二相分佈及性質、成分分析	46
4.4 軋延板母材破斷面的觀察分析	48
4.5 銲道金相及幾何形貌之觀察與分析	50
4.6 圓管銲道微硬度分佈圖	53
4.7 圓管銲道拉伸試驗	57
4.8 固溶熱處理參數的探討	63
4.8.1 固溶熱處理時間參數的探討	63
4.8.2 固溶熱處理溫度參數的探討	68
4.9 經固溶熱處理母材之晶粒尺寸與硬度值	69
4.9.1 經固溶處理母材之晶粒尺寸	69
4.9.2 經固溶處理母材之硬度值	70
4.10 第二組圓管銲道固溶熱處理拉伸試驗	72
4.10.1 晶粒尺寸對機械性質的影響	75
4.10.2 第二組銲道固溶處理破斷位置與硬度值分析	77
4.11 經650 時效處理試片之顯微結構組織	81
4.11.1 經60 min之時效處理	81
4.11.2 經600 min之時效處理	82
4.12 時效處理拉伸試驗	84
4.13 TIG銲道製程參數與顯微結構組織及巨觀幾何形貌觀察	87
4.13.1 304不銹鋼TIG銲道顯微金相組織	87
4.13.2 TIG銲道製程參數及幾何形貌	90
4.14 第二組PAW+TIG銲道經固溶處理之機械性質的探討	93
4.14.1 第二道次TIG銲接參數的探討	94
4.14.2 第七組銲道金相組織圖	95
4.14.3 第七組圓管銲道固溶熱處理拉伸試驗	96
4.14.4 第七組銲道固溶處理試片之破斷位置的觀察	99
第五章 結論	102
參考文獻	105

參考文獻

- [1] 董基良, “ 銲接學 ”, 三民書局, 民75年1月, pp.178~186
- [2] T. Takemoto, Y. murata and T. tanaka, “ Effects of Alloying Elements and Thermomechanical Treatments on Mechanical and Magnetic Properties of Cr-Ni Austenitic Stainless Steel, ” ISIJ International, vol. 30, no. 8, pp.608~614, 1990
- [3] Alloying Elements on the Mechanical Properties of The Stable Austenitic Stainless Steel, ” ISIJ International, vol.34, no.9, pp.764 ~772, 1994
- [4] Sindo Kou, “ Welding Metallurgy ”, New York, Wiley, pp.372, 1987
- [5] P. Marshall, “ Austenitic Stainless Steels:Microstructure and Mechanical Properties ”, Elsevier Applied Science Publishers, pp.32, 1984
- [6] Erich Folkhard, “ Welding Metallurgy of Stainless Steels ”, Springer-Verlag Wein New York, pp.17, 1988
- [7] R. F. Steigerwald, “ The Effects of Metallic Second Phases in Stainless Steels, ” Corrosion-Nace, vol.33, no.9, pp.338~343, 1977
- [8] Sindo Kou, “ Welding Metallurgy ”, New York, Wiley, pp.375, 1987
- [9] Sindo Kou, “ Welding Metallurgy ”, New York, Wiley, pp.373, 1987
- [10] 周長彬、蔡丕樁、郭央謙, “ 銲接學 ”, 全華書局, 民78年9月, pp.63~64
- [11] Fengliang Yin, Shengsun Hu, “ Computational simulation for the constricted flow of argon plasma arc ”, Computational Materials Science,

- pp.389~394, 2007 [12] A. Urena, E. Otero, M.V. Utrilla, C.J. Munez, "Weldability of a 2205 duplex stainless steel using plasma arc welding", Journal of Materials Processing Technology, pp.624~631, 2007 [13] 徐亨文, "活性助銲添加劑對不銹鋼電漿銲到特性之影響", 中華民國銲接學會94年度銲接論文發表會, 民94年10月, pp.A137~A141。
- [14] 蔡宗亮, "銲接應力與變形", 銲接工程技術研習會論文集, 民74年12月。
- [15] 黃和悅, "不銹鋼A-TIG銲接之活性助銲添加劑研究", 銲接與切割, 民92年12月, pp. 49~55。
- [16] K. H. Tseng and C. P. Chou, "Effect of pulsed gas tungsten arc welding on angular distortion in austenitic stainless steel weldments", Science and Technology of Welding and Joining, pp.149~153, 2001 [17] J. Singh, G. R. Purdy, and G. C. Weatherly, Metallurgical Transactions A, 16A, pp.1363~1369, 1985 [18] V. P. Kujanpaa, N. J. Suutala, T. K. Takalo and T. J. I. Moisio, "Solidification cracking-estimation of the susceptibility of austenitic and austenitic-ferritic stainless steel welds", Metal Construction, pp.282, 1980 [19] N. Suutala, T. Takalo and T. Moisio, "The Relationship Between Solidification and Microstructure in Austenitic and Austenitic-Ferritic Stainless Steel Welds", Metallurgical Transactions A, Vol. 10A, pp.512, 1979 [20] T. Takalo, N. Suutala and T. Moisio, "Austenitic Solidification Mode in Austenitic Stainless Steel Weld", Metallurgical Transactions A, Vol. 10A, pp.1173, 1997 [21] N. Suutala, Metall. Trans., 13A(12), pp.2121~2130, 1982 [22] 周正裕, "2205 雙相不銹鋼與316 沃斯田鐵型不銹鋼電子束銲道之顯微組織與微結構研究", 國立中山大學材料科學研究所, 民87年, pp.36。
- [23] D.L.Olson, "Prediction of Austenitic Weld Metal Microstructure and Properties", Welding Research Supplement, pp.281~295, 1985 [24] N. Suutala, T. Takalo, Metallurgical Transactions A, 11A, pp.717~725, 1980 [25] K. Rajasekhar, C.S. Harendranath, Kulkarni, "Microstructural Evolution during Solidification of Austenitic Stainless Steel Weld Metals: A Color Metallographic and Electron Microprobe Analysis Study", Materials Characterization, vol.38, No.2, pp.53~65, Feb. 1997 [26] 林東毅, "銲接時間與 肥粒鐵含量對Y309LSi不銹鋼銲接裂縫影響之研究", 中華民國銲接協會91年度銲接論文發表會, 民91年10月, pp.C15~C19。
- [27] R. Berggrn, N. C. Cole and G. M. Goodwin, "Structure and Elevated Temperature Properties of Type 308 Stainless Steel Weld Metal with Vary Ferrite Content", Welding Journal, Vol. 57, pp.167~174, 1978 [28] 楊勝閔, "鉻鎳當量比對沃斯田鐵系不銹鋼高溫機械性質影響之研究", 義守大學材料所碩士論文, 民91年7月。
- [29] 蔡明欽, "鋼顯微組織與性質", 五南圖書出版股份有限公司, 民93年, pp.322。
- [30] R. W. K. Honeycombe and H. K. D. H. Bhadeshia, "Steels", Second edition, Edward Arnold, London, pp.294, 1995 [31] L. E. Murr, "Interracial Phenomena in Metals and Alloys", Addison-Wesley Publishing Co., Reading, 1975 [32] L. E. Murr and S. H. Wang, "Comparison of microstructural evolution associated with the stress-strain diagrams for nickel and 304 stainless steel: An electron microscope study of microyielding and plastic flow", Res. Mech. 4:297, 1982 [33] L. E. Murr and A. ADVANI, "Effects of Deformation (Strain) and Heat Treatment on Grain Boundary Sensitization and Precipitation in Austenitic Stainless Steels", MATERIALS CHARACTERIZATION, pp.135~158, 1990 [34] Anon., ASTM E384-84, "Standard Test Method for Microhardness of Materials", Chapman and Hall, New York, 1991 [35] 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