

摩擦攪拌銲的破壞模式

洪吉松、王東安；李佳言

E-mail: 9511146@mail.dyu.edu.tw

摘要

本研究在於探討摩擦攪拌點銲在拉伸試驗之下的破壞模式，本研究是藉由改變攪拌桿的幾何形狀，探討以不同的凸銷角度在適當的銲接力及銲接時間等銲接參數下，以了解其與銲接強度的相對關係。並且經由進行拉伸破壞試驗及金相實驗探討摩擦攪拌lap-shear 試片在拉伸試驗下的破壞裂痕之成長。關鍵字：摩擦攪拌銲接，攪拌桿，破壞，金相

關鍵詞：摩擦攪拌銲接，攪拌桿，破壞，金相

目錄

目錄 封面內頁 簽名頁 授權書 iii 中文摘要 iv 英文摘要 v 誌謝 vi 目錄 vii 圖目錄 viii 表目錄 ix 第一章 緒論 1.1 前言 1.2 研究動機與目的 2 1.3 研究方法 3 第二章 文獻回顧 2.1 基材6061-T鋁合金板材質特性 4 2.2 摩擦攪拌點銲 4 2.3 摩擦攪拌點銲技術的特色 5 2.3.1 電阻點銲與摩擦攪拌點銲之比較 6 2.3.2 摩擦攪拌點銲的優點 6 2.3.3 摩擦攪拌點銲的缺點 7 2.4 摩擦攪拌點銲之參數 8 2.5 摩擦攪拌點銲微觀組織分佈 9 2.6 再結晶及其相關行為 10 2.7 應用成果 11 第三章 實驗步驟 3.1 實驗器材 12 3.2 銲接機台架設與夾具的設計 12 3.2.1 數位式閃頻器 13 3.2.2 荷重計 14 3.2.3 夾具設計 14 3.3 隔熱墊板的選用 15 3.4 攪拌桿的桿材選用 16 3.4.1 攪拌桿熱處理法 16 3.5 攪拌桿幾何尺寸設計 17 3.6 實驗步驟 18 3.7 金相實驗 19 3.8 拉伸實驗 20 第四章 結果與討論 4.1 銲接參數 21 4.2 金相實驗 21 4.3 拉伸實驗破壞斷面分析 23 4.4 攪拌桿沾黏現象的分析 24 第五章 結論 26 參考文獻 55 圖目錄 圖2.1 摩擦攪拌點銲銲接過程的圖解 31 圖2.2 SFW銲點橫截面顯微結構示意圖 31 圖3.1 摩擦攪拌點銲機台 32 圖3.2 釘機 LF-168 油壓出力與表壓曲線 32 圖3.3 數位式閃頻器 33 圖3.4 實驗用夾具 33 圖3.5 光面和粗面之花崗岩石板 34 圖3.6 以光面花崗岩為隔熱墊片的摩擦攪拌點銲銲點 34 圖3.7 以粗面花崗岩為隔熱墊片的摩擦攪拌點銲銲點 35 圖3.8 攪拌桿 (SKD11) 幾何尺寸示意圖 36 圖3.9 實驗流程圖 37 圖3.10 切割機 38 圖3.11 濕式磨拋光機 38 圖3.12 剪力試驗試片的示意圖 39 圖3.13 微電腦監控萬能拉伸試驗機 39 圖4.1 製程參數與時間的關係圖 40 圖4.2 凸銷角度與拉伸強度曲線 圖拌點銲銲點 40 圖4.3 凸銷角度 0° 銲點截面照片 41 圖4.4 凸銷角度 10° 銲點截面照片 42 圖4.5 凸銷角度 20° 銲點截面照片 43 圖4.6 凸銷角度 30° 銲點截面照片 44 圖4.7 凸銷角度 0° 銲點拉伸截面照片 45 圖4.8 凸銷角度 10° 銲點拉伸截面照片 46 圖4.9 凸銷角度 20° 銲點拉伸截面照片 47 圖4.10 凸銷角度 30° 銲點拉伸截面照片 48 圖4.11 凸銷角度 0°、10°、20°、30° 刀具沾粘狀態 49 圖4.12 凸銷角度 0° 加工前後照片 50 圖4.13 凸銷角度 10° 加工前後照片 51 圖4.14 凸銷角度 20° 加工前後照片 52 圖4.15 凸銷角度 30° 加工前後照片 53 圖4.16 凸銷角度 20° 時拉伸試驗的荷重-伸長曲線圖 54 表目錄 表3.1 6061-T6鋁合金薄板的化學成份 27 表3.2 泛用型油壓立式鉚釘機，LF-168 規格 28 表3.3 隔熱墊板的使用壽命 表 28 表3.4 攪拌桿尺寸 29 表3.5 6061-T6鋁合金金相腐蝕液配方表 29 表3.6 凸銷角度點銲後經拉伸試驗數據分析值 30 表4.1 製程參數值 30

參考文獻

- [1] 賴耿陽譯，1987，鋁溶接技術，復漢出版社，1-7。
- [2] 廖明通，1994，銲接工作法與實習，高立圖書有限公司，159-181。
- [3] H.B. Cary, 1989, Modern welding technology, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 83.
- [4] C.J. Dawes, W.M. Thomas, 1996, Friction stir process welds aluminum alloys, Welding Journal 75(3) 41-45.
- [5] K.E. Knipstorm, B. Pekkari, 1997, Friction stir welding process goes commercial, Welding Journal 76(9) 55-57.
- [6] 蕭發富，1998，鋁合金板對接之攪拌摩擦銲接技術研究，國立台北科技大學，碩士論文，2。
- [7] L.E. Murr, G. Liu, J.C. McClure, 1998, A TEM study of precipitation and related microstructures in friction-stir-welded 6061 aluminum, Journal of Materials Science 33 1243-1251.
- [8] W.M. Thomas, E.D. Nicholas, J.C. Needham, M.G. Murch, P.T. Smith, C.J. Dawes, 1991, Friction welding, The Welding Institute, International Patent Application PCT/GB92/02203.
- [9] Y.S. Sato, H. Kokawa, M. Enomoto, S. Jogan, T. Hashimoto, 1999, Precipitation sequence in friction stir weld of 6063 aluminum during aging, Metallurgical and Materials Transactions 30(12) 3125-3130.
- [10] S.H. Park, Y.S. Sato, 2003, Effect of micro-texture on fracture location in friction stir weld of Mg alloy AZ61 during tensile test, H. Kokawa, Scripta Materialia 49 161-166.

- [11] 庾忠義, 2003, 超細晶鋁之機械性質, 國立中山大學, 博士論文, 3-5.
- [12] K.E. Knipstorm, B. Pekkari, 1997, Friction stir welding process goes commercial, *Welding Journal* 76(9) 55-57.
- [13] 中國攪拌摩擦鐸中心, 北京賽福斯特技術有限公司。 <http://www.cfswt.com/aspnews/fswt/2004528143838.htm> [14] P. J. Ditzel, J. C. Lippold, 1999, Influence on the tensile properties of friction stir welding in alloys 6061-T6, 5454-H34, and 2195-T8, *Materials Joining Technology*, EWI Project No. 012531RP, Report No. MR 019877.
- [15] Kh. A.A. Hassan, A.F. Norman, D.A. Price, P.B. Prangnell, 2003, Stability of nugget zone grain structures in high strength Al-alloy friction stir welds during solution treatment, *Acta Materialia* 51 1923-1936.
- [16] S.W. Kallee, 1998, Knowledge based software package for friction stir welding, Cambridge, Proc. INALCO-7 209-217.
- [17] M.B. Stewart, G.P. Adamas, A.C. Nunes Jr., P. Romine, 1998, Developments in theoretical and applied mechanics, *Proceedings of the 19th southeastern conference on theoretical and applied mechanics*, vol. 19 472-484.
- [18] P.J. Ditzel, J.C. Lippold, 1999, Microstructure property relationships in aluminum friction stir welds, TWI Report, August 1999 47-51.
- [19] R.E. Reed-Hil, R. Abbaschian, 1991, *Physical metallurgy principles*, PWS-Kent Publishing Company, 240-249.
- [20] K.V. Jata, S.L. Semiantin, 2000, Continuous dynamic recrystallization during friction stir welding of high strength aluminum, *Scripta Materialia* 43(8) 743-749.
- [21] H. Yamagata, Y. Ohuchida, N. Sato, M. Otsuka, 2001, Nucleation of new grains during discontinuous dynamic recrystallization of 99.998 mass% aluminum at 453K, *Scripta Materialia* 45(7) 1055-1061.
- [22] 蕭發富, 1998, 鋁合金板對接之攪拌摩擦鐸接技術研究, 國立台北科技大學, 碩士論文, 1-33.
- [23] 黃振賢, 1995, 機械材料, 文京圖書, 208-210.
- [24] 黃振賢, 1985, 金屬熱處理, 文京圖書, 308.
- [25] M. Boz, A. Kurt, 2004, The influence of stirrer geometry on bonding and mechanical properties in friction stir welding process, *Materials and Design* 25 343-347.
- [26] P.-C. Lin, S.-H. Lin, J. Pan, 2004, Modeling of plastic deformation and failure near spot welds in lap-shear specimens, SAE Technical Paper no. 2004-01-0817, Society of Automotive Engineering, Warrendale, PA.
- [27] S. Zuniga, S.D. Sheppard, 1997, Resistance spot weld failure loads and modes in overload conditions, *Fatigue and Fracture Mechanics: 27th Volume*, ASTM STP 1296, Piasek, R. S., Newman, J. C., and Dowling, N. E., Eds., American Society for Testing and Materials, 469-489.
- [28] S.-H. Lin, J. Pan, T. Tyan, P. Prasad, 2003, A general failure criterion for spot welds under combined loading conditions, *International Journal of Solids and Structures* 40 5539-5564.
- [29] W.Y. Chien, J. Pan, S.C. Tang, 2004, A combined necking and shear localization analysis for aluminum sheets under biaxial stretching conditions, *International Journal of Plasticity* 20 1953-1981.