

九州工業大学工学部 ○山崎守男, 秋山哲也, 寺崎俊夫
 昭和アルミニウム 榎本正敏
 姫路工業大学工学部 瀬尾健二

Inherent Strain Distribution Generated by Friction Stir Welding

by Morio Yamazaki, Tetsuya Akiyama, Toshio Terasaki,

Masatoshi Enomoto and Kenji Seo

1. 緒言

最近, 新しい溶接法として Friction Stir Welding (FSW) が注目されている. この接合方法はアルミニウム合金の接合に実用化が図られている. この接合方法の特徴として, ①溶接に伴う変形が少ない, ②赤外線や紫外線などの有害光線が発生しない, ③機械的なエネルギー効率が良いなどが指摘されている^{1), 2)}.

本研究では, FSW の特徴の一つである少ない変形に注目し, FSW を行った 6063Al 材を対象に, 溶接変形の発生原因である固有ひずみを逐次層除去法により精度良く測定するための注意点を検討し, 実際に固有ひずみ分布測定を行ったので, ここに報告する.

2. 実験方法

2.1 FSW 接合 板長 300mm, 板幅 30mm, 板厚 5mm の寸法のアルミニウム押出材 (6063Al) 2 枚を突合わせ, 長手方向に FSW した. Stir Rod には, ショルダ部直径 15mm のものを用い, 回転数 1010rpm, 接合速度 200mm/min とした. 接合後, 断面マクロ組織観察を行った結果, 接合不良などは認められなかった.

2.2 硬さ分布測定 固有ひずみ分布を検討する際に基礎資料となる硬さ分布を, ヴィッカーズ硬さ計を用いて, FSW 後の試験片断面について幅方向に測定した. 測定位置は板厚の中心とし, 0.45mm の間隔で測定した. このときの荷重は 500g, 荷重保持時間は 45 秒である.

2.3 固有ひずみ分布測定 著者らは, 鋼を対象にした逐次層除去法による固有ひずみ分布の測定は数多く手がけている. この時にも, ダミーゲージを用いた 2 ゲージ法を採用するなど, 湿式研磨からひずみ測定に至る間の試験片温度の変化には細心の注意を払ってきた. アルミニウム合金は, 鋼に比べ線膨張係数が 2 倍近く大きいため, 測定ひずみ値に対する試験片温度の影響が鋼の場合以上に現れることが事前に懸念された. そこでまず, 逐次層除去後の測定ひずみの経時変化を調べ, アルミニウム合金の場合の精度の良いひずみ測定に必要な, 試験片放置時間を調べた. つぎに, 長手方向固有ひずみの板幅方向分布を測定した. 試験片は, 接合部中心を切断後, 長手方向に 60mm (幅 30mm) 切り出して作製した. 切断面を #400 エメリー紙で湿式研磨にて加工層を除去した後, 接合部と反対側の面にひずみゲージを貼り付け, 接合部中心側から逐次層除去により弛緩ひずみを測定し, 固有ひずみ分布を計算した. 繰り返し実験回数を 3 とした.

3. 実験結果

3.1 硬さ分布測定結果 接合部中心から板幅方向への硬さ分布を Fig.1 に示す。図中のハッチは、試料表面で測定した接合部幅で、接合部は溶体化処理材の硬度まで軟化していることがわかる³⁾。また、溶接線中心から 10mm 離れた所から硬くなっており、20mm 離れた所では母材の硬さになっていることがわかる。

3.2 放置時間について 逐次層除去する要領で、ひずみ測定用試験片 (60x30x5 mm³) を 1 分間手で持った後に放置し、放置時間と測定ひずみの変化量の関係を調べた。実験は 2 回行った。結果を Fig.2 に示す。放置してしばらくの間、測定ひずみは変化し、やがて一定値を示すようになる。これは、層除去直後の試験片は実験者の体温等のためダミーゲージよりも温度が高く、放置後冷却されダミーゲージと同じ温度になるまで圧縮のひずみ変化を示すものと考えられる。この結果より、層除去して 30 分以上放置すれば、ダミーゲージとの温度差の影響のない正しい弛緩ひずみが得られることが分かる。

3.3 固有ひずみ分布測定結果 今回の FSW の条件での固有ひずみ分布を Fig.3 に示す。実線は 3 回の繰り返し実験の平均値を示している。接合部及びその近傍では負の固有ひずみを示していること、Fig.1 に示した硬さ分布の軟化域では固有ひずみの絶対値が小さいことが分かる。

4. 結言 逐次層除去からひずみ測定までの放置時間に留意すれば (本実験の場合、60x30x5 mm³ の寸法で 30 分以上)、アルミニウム合金の FSW 接合部の固有ひずみ分布の測定は精度良く行える。固有ひずみの生成原因など詳細な検討は今後の課題である。

参考文献 1) 篠田剛: 新接合法, Friction Stir Welding

に関する最近の開発状況, 溶接学会誌, 第 67 巻(1998)第 4 号

2) C.J.Dawes and W.M.Thomas: 'Friction Stir Welding Process Welds Aluminium Alloys, Welds.J.75-3(1996)P.41-45

3) 佐藤祐, 粉川博之, 榎本正敏, 成願茂利: 6063Al 合金 Friction Stir 接合部の組織形成機構, 第 155 回溶接冶金, 第 165 回溶接法資料

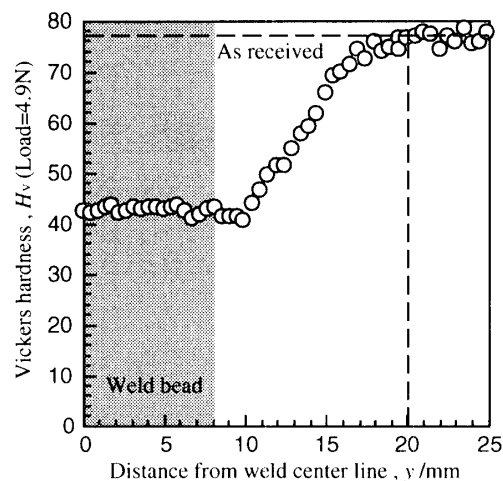


Fig.1 Vickers hardness distribution

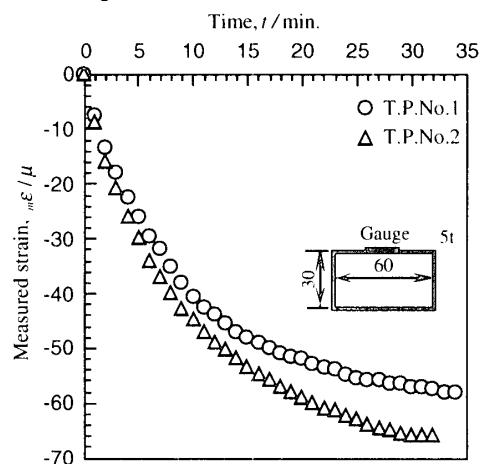


Fig.2 Relation between time and measured strain

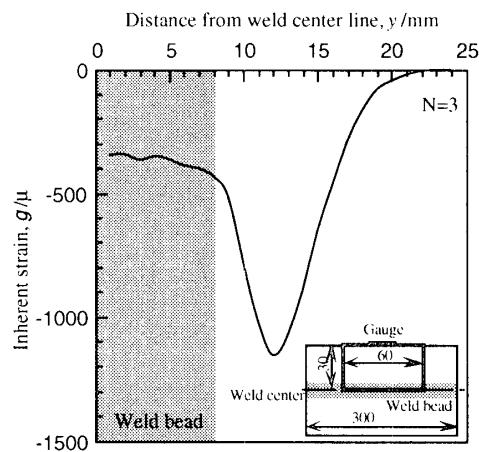


Fig.3 Inherent strain distribution