

K1-52

TIG 溶接したアルミニウム合金鋳物の溶接性 Weldability of TIG Welded Aluminum Alloy Casting

○加藤恭平¹, 下村晋介², 宮崎雄輝¹, 柴田文男³*Kyohei Katoh¹, Shinsuke Shimomura², Yuki Miyazaki¹ and Fumio Shibata³

Abstract: TIG welding was applied to butt welding of AC4C-F aluminum alloy casting. Some studies were conducted on the strength of as-welded joint, etc. The main results obtained are as follows. As for the appearance of the bead, the surface bead and the penetration bead were good together. In the case of welded joints, the average tensile strength was 126MPa, and the average joint efficiency of AC4C-F base metal(146MPa) was 86%. Moreover, the impact values of the welded joints were higher than those of the AC4C-F base metal.

1. 緒言

アルミニウム合金鋳物（以下、Al 合金鋳物と記す）は、軽量、熱伝導性、耐食性及び非磁性などに優れた特性を有している。近年、地球環境問題が重要視され、資源のリサイクル及び構造物の軽量化の観点から Al 合金が注目されている。現在、Al 合金鋳物は自動車関係を始めとして、建築、船舶、日用品などに広く利用されている。しかし、Al 合金は比熱、熱伝導率が大きく、大きな熱量を必要とするため、難溶接性材料の一つとして扱われている^{[1], [2]}。これらの理由から、溶接継手の強度が要求される組立溶接に関して系統的に取り扱った報告はほとんど見当たらない。

そこで本報告では、TIG 溶接による Al 合金鋳物の I 形突合せ溶接を行い、溶接部の硬さ、引張及び衝撃特性などについて若干検討した。

2. 供試材料及び実験方法

母材には、Al-Si-Mg 系合金鋳物 (AC4C-F, 砂型鋳物) を使用した。溶加材には、Al 合金 (A4043) を使用した。母材の寸法は、t6×100×100mm とした。また、溶接前処理として、母材をアセトン中で超音波洗浄した。

溶接装置は、インバータ制御交直両用 TIG 溶接機を使用した。溶接トーチは、トーチ走行装置に固定し、トーチ走行装置がレール上を走行することにより、溶接方向、アーク長及び溶接速度が一定となるように制御した。溶接条件は、溶加材使用の場合は溶接電流 140A、溶接速度 70mm/min、シールドガス流量 10l/min (Ar) とした。また、溶加材未使用の場合は溶接速度 45mm/min とし、他は溶加材使用と同一条件で行った。溶接は、母材を I 形に突合せて治具で軽く固定して両面溶接を行った。

溶接終了後、溶接ビードの形状などを調べた。また、溶接継手には一切熱処理を施さずに、各試験片を溶接線に対して直角に採取し、機械加工を行った。溶接部の組織は、ビード横断面を切断して研磨し、光学顕微鏡で観察した。母材及び溶接継手の材料試験として、マイクロビッカース硬さ試験（硬さ記号：HV0.3）、引張試験（JIS5 号）及び V ノッチシャルピー衝撃試験（JIS4 号サブサイズ）を行い、母材及び溶接継手の欠陥生成や強度などについて調べた。

3. 実験結果

3.1 溶加材を使用した溶接部の組織と硬さ

溶接ビードの外観は、表面及び裏面ビードともに良好であった。溶接金属の組織は、デンドライトの様相を呈し、溶接前の母材の組織に比べて微細化していた。

Fig.1 に溶接部の硬さ分布を示す。溶接金属の平均硬さは上部 64HV、中央部 69HV、下部 70HV を示し、その 3ヶ所の平均硬さは 68HV であり、溶接前の母材の硬さ 55HV に比べて若干上昇した。また、熱影響部近傍では硬度の低下が認められた。

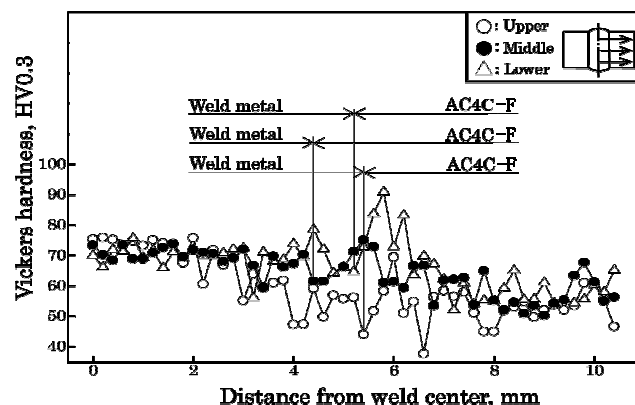


Fig.1 Vickers hardness distribution of butt welds.

3.2 母材及び溶加材を使用した溶接継手の引張特性

溶接継手の平均引張強さは 68MPa (6 本) であった。この場合、溶接前の母材の平均引張強さ 146MPa に対する平均継手効率率は 45% と低かった。溶接継手の破断位置は、すべて溶接金属部であり、その破面にはブローホールと一部融合不良が認められた。

Fig.2 に溶接継手の引張強さと溶接欠陥率の関係を示す。溶接継手の引張強さは、溶接欠陥率が大となるにつれて強度が低下する傾向を示した。

3.3 母材及び溶加材を使用した溶接継手の衝撃特性

母材及び溶接継手の衝撃試験温度は、298K 一定として行った。なお、溶接継手の場合、打撃位置は溶接金属中央部、ボンド部及び熱影響部の 3 ヶ所で実施した。

溶接継手の平均衝撃値は、溶接金属中央部で 3.69J/cm² (3 本)、ボンド部で 3.12J/cm² (3 本)、熱影響部で 2.71J/cm² (3 本) を示し、溶接前の母材の平均衝撃値 2.6J/cm² (3 本) と比べて高い値を示した。また、溶接金属中央部の破断面にはブローホールと一部融合不良が認められた。

Fig.3 に溶接継手の衝撃値と溶接欠陥率との関係を示す。溶接継手の衝撃値は、溶接欠陥率が大となるにつれて引張強さと同様に低下する傾向を示した。

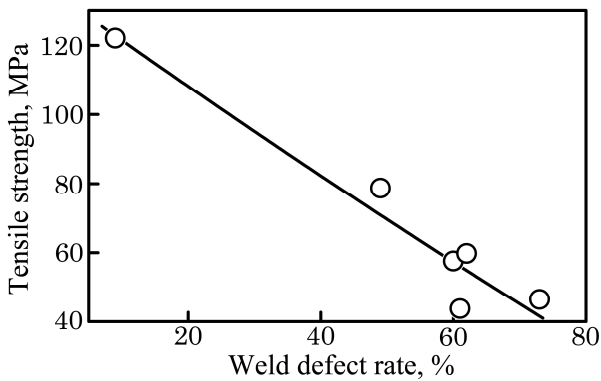


Fig.2 Relation between tensile strength and weld defect rate of welded joints.

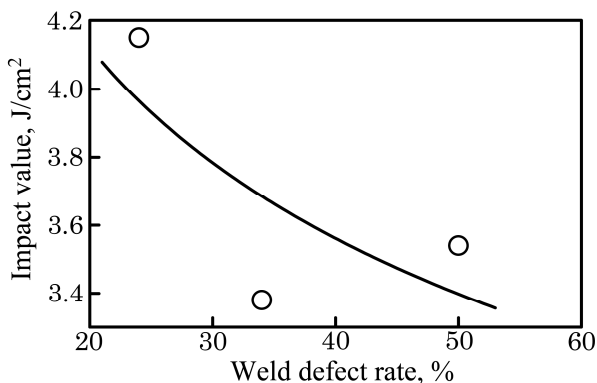


Fig.3 Relation between impact value and weld defect rate of welded joints.

3.4 母材及び溶加材未使用の溶接継手の引張特性

溶加材を使用した溶接部には欠陥が発生したため、十分な引張強さが得られなかった。そこで、溶接欠陥の防止を目指して、溶接速度 45mm/min に変化させて溶接を行った。そして、溶接継手の引張強さについて検討した。

Fig.4 に母材及び溶接継手の引張強さと継手効率を示す。溶接継手の平均引張強さは 126MPa (3 本)、平均継手効率は 86% であり、溶加材を使用した場合に比べて良好な値が得られた。溶接継手の破断位置は、母材部及び溶接金属中央部であった。また、溶接金属中央部の破断面にはブローホールがわずかに発生していたが、融合不良は認められなかった。

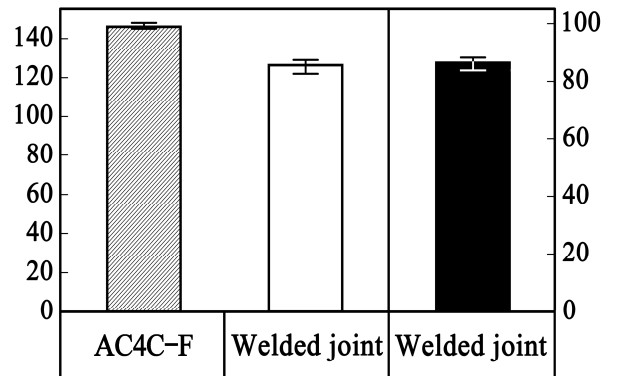


Fig.4 Tensile strength and joint efficiency of base metal and welded joints.

4. 結言

TIG 溶接による Al 合金鋳物の溶接部の諸性質などについて若干検討し、以下の結果を得た。

(1) 溶加材を使用した溶接金属の組織は、微細なデンドライトの様相を呈し、その平均硬さは 68HV を示し、母材の 55HV より上昇した。

(2) 溶加材を使用した溶接継手の引張強さは、母材の 146MPa より低下し、その破面には溶接欠陥が認められた。

(3) 溶加材を使用した溶接継手の衝撃値は、母材の 2.6J/cm² より上昇した。

(4) 溶加材未使用の溶接継手の平均引張強さは 126MPa、平均継手効率は 86% を示し、その破面に融合不良は認められなかった。

5. 参考文献

- [1] 下村晋介, 柴田文男: 日本機械学会中国四国支部・九州支部徳島講演会, pp.183-184, 2010.
- [2] 下村晋介, 柴田文男: 第 54 回日本学術会議材料工学連合講演会, pp.3-4, 2010.