

K1-2

## TIG 溶接したアルミニウム合金鋳物の継手強度 Joints Strength of TIG Welded Aluminum Alloy Casting

○下村晋介<sup>1</sup>, 佐田野祐輔<sup>2</sup>, 和久田悠<sup>2</sup>, 柴田文男<sup>3</sup>\*Shinsuke Shimomura<sup>1</sup>, Yusuke Satano<sup>2</sup>, Yu Wakuda<sup>2</sup> and Fumio Shibata<sup>3</sup>

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 107MPa, and the average joint efficiency of AC4C-F base metal(146MPa) was 73%. Moreover, the fatigue limit of the welded joints were similar to 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<sup>[1], [2]</sup>。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、衝撃及び疲労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。Table 1 に母材の化学成分と機械的性質を示す。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。Fig.1 に母材のマイクロ組織を示す。

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、基礎実験の結果より、溶接電流 130A、溶接速度 50mm/min、シールドガス流量 10l/min (Ar) 及び溶接入熱 31200J/cm とした。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。

Table 1 Chemical compositions and mechanical properties of base metal.

| Material    | Chemical composition (mass%) |      |      |      |      |      |      |      |            | Mechanical properties |  |
|-------------|------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------------|-----------------------|--|
|             | Al                           | Cu   | Si   | Mg   | Zn   | Fe   | Mn   | Ti   | T.S. (MPa) | El. (%)               |  |
| B.M. AC4C-F | 92.7                         | 0.03 | 6.70 | 0.40 | 0.01 | 0.15 | 0.02 | 0.01 | 146        | 2                     |  |

Notes: 1)B.M.:Base metal 2)T.S.:Tensile strength  
3)El.:Elongation

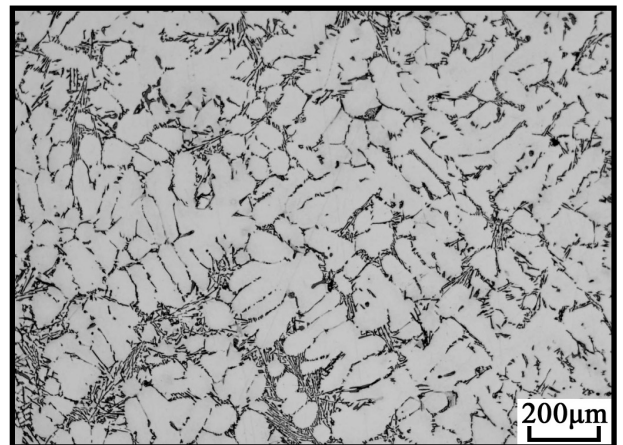


Fig.1 Microstructure of AC4C base metal.

溶接終了後、溶接ビードの形状などを調べた。また、溶接材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、マイクロピッカース硬さ試験(硬さ記号:HV0.3)、継手引張試験(JIS5号)、Vノッチシャルピー衝撃試験(JIS4号サブサイズ)及び平面曲げ疲労試験(JIS1号)を行い、母材及び溶接継手の静的及び動的強さなどについて調べた。

### 3. 実験結果

#### 3.1 溶接部の組織と硬さ

溶接ビードの外観は、表面及び裏波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。

溶接金属の平均硬さは 70HV であり、溶接前の母材に比べて硬度が上昇する傾向を示した。また、熱影響部近傍では硬度の低下が認められた。

#### 3.2 母材及び溶接継手の引張特性

Fig.2 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 107MPa (3 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は 73% 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。

#### 3.3 母材及び溶接継手の衝撃特性

Fig.3 に母材及び溶接継手の衝撃値を示す。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とボンド部の 2 ヶ所で実施した。

溶接継手の平均衝撃値は、溶接金属中央で 3.4J/cm<sup>2</sup> (3 本)、ボンド部で 4.1J/cm<sup>2</sup> (3 本) を示し、溶接前の母材の平均衝撃値 2.6J/cm<sup>2</sup> (3 本) と比べて若干高い値を示した。また、溶接金属中央で破断した破面にはブローホールと一部融合不良が認められた。

#### 3.4 母材及び溶接継手の疲労特性

Fig.4 に母材及び溶接継手の S-N 線図を示す。母材及び溶接継手の疲労限度は、いずれも 60MPa であり、疲労限度比は母材が 0.41、溶接継手では 0.56 であった。また、溶接金属中央で破断した破面にはブローホールと一部融合不良が認められ、溶接前の母材に比べて疲労強度の低下が認められた。

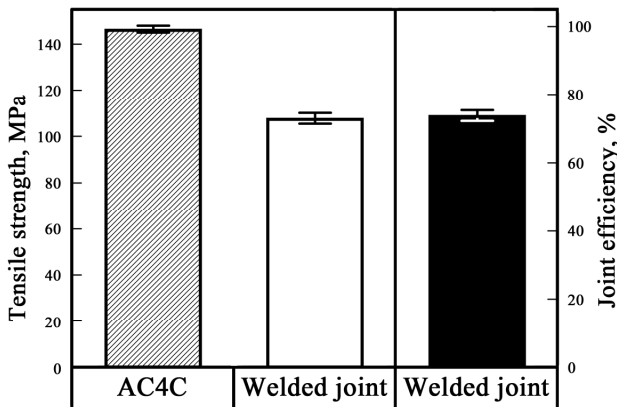


Fig.2 Tensile strength and joint efficiency of AC4C base metal and AC4C welded joints.

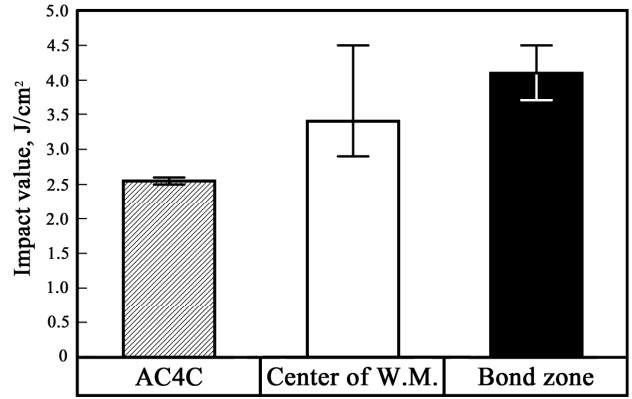


Fig.3 Impact value of AC4C base metal and AC4C welded joints.

Notes: 1)W.M.:Weld metal  
2)Testing temperature:298K

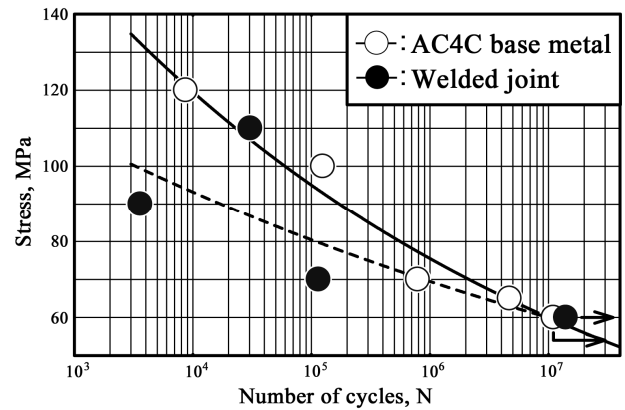


Fig.4 S-N curves of AC4C base metal and AC4C welded joints.

### 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 70HV であった。
- (2) 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) 溶接継手の衝撃値は、母材の 2.6J/cm<sup>2</sup> より若干上昇した。
- (4) 溶接継手の疲労限度は、母材の 60MPa と同等の値を示し、またその疲労限度比は 0.56 であった。

### 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講演論文集, 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, 2010