

K1-2

## TIG 溶接したアルミニウム合金鋳物の組織と強度

### Structure and Strength of TIG Welded Aluminum Alloy Casting

○加藤恭平<sup>1</sup>, 金子優人<sup>2</sup>, 柴田文男<sup>3</sup>\*Kyohei Katoh<sup>1</sup>, Yuto Kaneko<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 weld crack was not observed in the surface bead and the bottom bead. In the case of welded joints, the average tensile strength was 128MPa, and the joint efficiency of AC4C-F base metal(118MPa) was 100%. 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、溶接が困難である<sup>[1], [2]</sup>。これらの理由から、Al 合金鋳物の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、溶接部の組織観察、硬さ測定、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。Fig.1 に母材の組織と硬さを示す。母材の寸法は、t6×105×100mm 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、溶接電流 200A、溶接速度 360mm/min、シールドガス流量 15ℓ/min (Ar) 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。

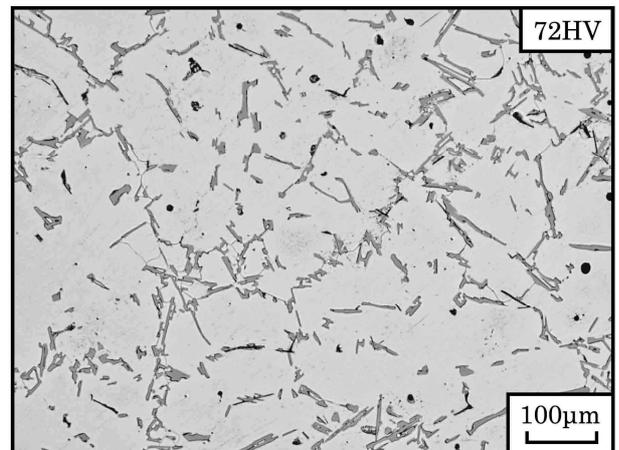
溶接終了後、溶接ビードの形状などを調べた。また、

**Table 1** Chemical compositions and mechanical properties of AC4C-F base metal.

Material	Chemical composition (mass%)								Mechanical properties	
	Cu	Si	Mg	Zn	Fe	Mn	Ti	Al	T.S. (MPa)	El. (%)
AC4C-F	0.04	7.1	0.38	0.04	0.23	0.02	0.03	Bal.	118	0.7

Notes: 1) T.S.: Tensile strength

2) El.: Elongation



**Fig.1** Microstructure and Vickers hardness of AC4C-F base metal.

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）、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。

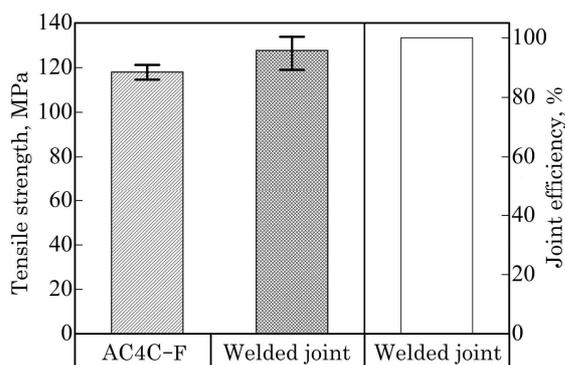


Fig.2 Tensile strength of AC4C-F base metal and AC4C-F welded joints with joint efficiency.

### 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、表面及び裏面ビードともに割れやスパッタは認められなかったが、ピットが一部認められた。溶接部の組織は、デンドライトの様相を呈し、溶接前の母材の組織に比して著しく微細化していた。溶接部の平均硬さは 93HV であり、溶接前の母材の 72HV に比し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、128MPa(6本)であった。この場合、溶接前の母材の平均引張強さ 118MPa に対する継手効率は 100%と良好な継手強度が得られた。溶接継手の破断位置は、すべて母材部であり、その破面には铸造欠陥などは認められなかった。

#### 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 6.73J/cm<sup>2</sup>(3本)を示し、溶接前の母材の平均衝撃値 2.14J/cm<sup>2</sup>(3本)に比して著しく上昇した。また、ボンド部で 2.40J/cm<sup>2</sup>(3本)、熱影響部で 2.48J/cm<sup>2</sup>(3本)であった。なお、溶接金属中央部で破断した破面には、一部ブローホールが認められた。

#### 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。溶接継手の疲労限度は、70MPa であり、溶接前の母材の 60MPa に比して 10MPa 上昇した。疲労限度比は母材が 0.51、溶接継手で 0.55 であった。また、溶接継手の破断位置は、主にボンド部から 1~2mm 程度離れた熱影響部であった。

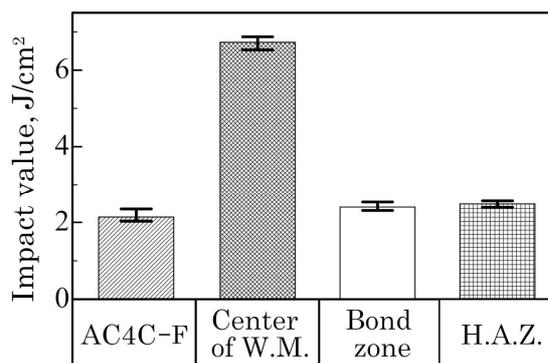


Fig.3 Impact value of AC4C-F base metal and AC4C-F welded joints.

Notes: 1) Testing temperature: 298K  
2) W.M.: Weld metal  
3) H.A.Z.: Heat affected zone

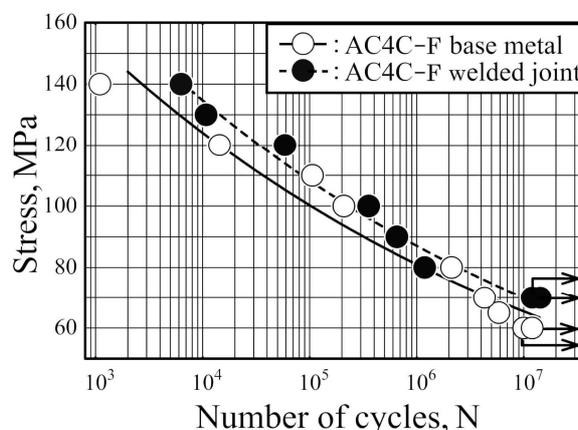


Fig.4 S-N curves of AC4C-F base metal and AC4C-F welded joints.

### 4. 結言

(1) 溶接部の組織は、デンドライトの様相を呈し、溶接前の母材の組織に比して著しく微細化していた。また、溶接部の平均硬さは 93HV を示し、母材の 72HV より上昇した。

(2) 溶接継手の引張強さは、平均で 128MPa を示し、その破断位置はすべて母材部からであった。

(3) 溶接金属部の衝撃値(6.73J/cm<sup>2</sup>)は、溶接前の母材(2.14J/cm<sup>2</sup>)に比して著しく上昇した。

(4) 溶接継手の疲労限度(70MPa)は、溶接前の母材(60MPa)に比して 10MPa 上昇した。

### 5. 参考文献

- [1] 加藤恭平, 下村晋介, 柴田文男: 「TIG 溶接したアルミニウム合金鋳物の引張及び衝撃特性」, 铸造工学第 160 回全国講演大会講演概要集, pp.34, 2012.
- [2] 加藤恭平, 下村晋介, 柴田文男 他: 「TIG 溶接したアルミニウム合金鋳物の機械的性質」, 第 56 回日本学術会議材料工学連合講演会講演論文集, 2012.