

K1-15

TIG 溶接した Al 合金鋳物と Al 合金展伸材の機械的性質
 Mechanical Properties of TIG Welded Al Alloy Casting and Al Wrought Alloy

○金子優人¹, 加藤恭平¹, 松下将人², 柳田篤志², 柴田文男³

*Yuto Kaneko¹, Kyohei Katoh¹, Masato Matsushita², Atsushi Yanagida² and Fumio Shibata³

Abstract: TIG welding was applied to butt welding of AC4C-F aluminum alloy casting and A5052-H34 aluminum wrought alloy. Some studies were conducted on the strength of as-welded joint, etc. The main results obtained are as follows. In the case of welded joints, the average tensile strength was 136MPa, and the joint efficiency of AC4C-F base metal(146MPa) was 94%. Moreover, the impact values of the welded joints were higher than those of the AC4C-F base metal. Also, 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。現在、アルミニウム合金（以下、Al 合金と記す）は自動車関係などに広く利用されている。しかし、Al 合金は、比熱や熱伝導率が大きく、また大きな熱量を必要とするため溶接が極めて困難である^{[1], [2]}。さらに、機械製品の形状に応じて鋳物材と展伸材とを組合せた場合、両材の用途はますます増大すると考えられる。

そこで本報告では、TIG 溶接による Al 合金鋳物と Al 合金展伸材との 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）及び Al-Mg 系合金展伸材（A5052-H34）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 に母材のミクロ組織と硬さを示す。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.2 に TIG 溶接機の概略図を示す。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 190A、溶接速度 340mm/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、溶接材には一切熱処理を施さずに、試験片は溶接線に対して直角に採取

Table 1 Chemical compositions and mechanical properties of AC4C-F and A5052-H34 base metals.

Material	Chemical composition (mass%)										Mechanical properties	
	Cu	Si	Mg	Zn	Fe	Mn	Ni	Ti	Cr	Al	T.S. (MPa)	El. (%)
AC4C-F	0.00	6.80	0.41	0.01	0.13	0.00	0.00	0.01	—	Bal.	146	1.5
A5052-H34	0.02	0.08	2.39	0.02	0.23	0.03	—	—	0.22	Bal.	246	16

Notes: 1)T.S.:Tensile strength
 2)El.:Elongation

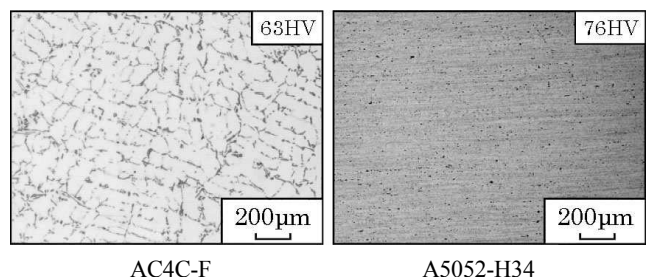


Fig.1 Microstructure and Vickers hardness of AC4C-F and A5052-H34 base metals.

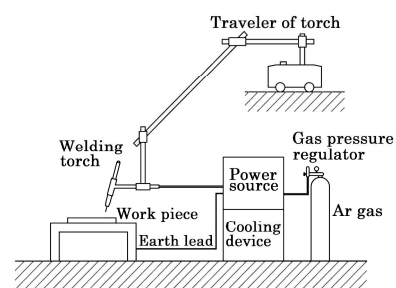


Fig.2 Schematic diagram of TIG welding system.

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。

1：日大理工・院（前）・精機 2：日大理工・学部・精機 3：日大理工・教員・精機

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、若干アンダーカットが認められた。溶接部の組織は、デンドライトの様相を呈し、溶接前の AC4C-F 母材に比して著しく微細化していた。Fig.3 に溶接部の硬さ分布を示す。溶接部の平均硬さは 89HV であり、溶接前の両母材の 63HV 及び 76HV に比して硬度が上昇した。また、熱影響部近傍では硬度の低下が認められた。

3.2 母材及び溶接継手の引張特性

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、136MPa (3 本)であった。この場合、溶接前の AC4C-F 母材(146MPa)に対する継手効率は 94%と良好な継手性能が得られた。溶接継手の破断位置は、すべて AC4C-F 母材部であり、その破面には鑄造欠陥が認められた。

3.3 母材及び溶接継手の衝撃特性

Fig.5 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、AC4C-F 側熱影響部及び A5052-H34 側熱影響部の 3ヶ所所で実施した。溶接継手の平均衝撃値は、溶接金属中央部で 4.43J/cm² (2 本)を示し、溶接前の AC4C-F 母材の平均衝撃値 2.53J/cm² (2 本)に比して上昇した。また、AC4C-F 側熱影響部で 2.52J/cm² (2 本)、A5052-H34 側熱影響部で 59.71J/cm² (2 本)を示し、溶接前の両母材とほぼ同等の値を示した。

3.4 母材及び溶接継手の疲労特性

Fig.6 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、75MPa であり、溶接前の AC4C-F 母材の 75MPa と同等の値を示した。疲労限度比は母材が 0.51、溶接継手で 0.55 であった。

溶接継手の破断位置は、主にボンド部から 2~6mm 程度離れた AC4C-F 母材部であった。

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 AC4C-F 母材に比して著しく微細化した。また、溶接部の平均硬さは 89HV を示した。

(2) 溶接継手の引張強さは、平均で 136MPa を示し、その継手効率は 94%であった。

(3) 溶接部の衝撃値(4.43J/cm²)は、溶接前の AC4C-F 母材 (2.53J/cm²) に比して著しく上昇した。

(4) 溶接継手の疲労限度 (75MPa) は、溶接前の

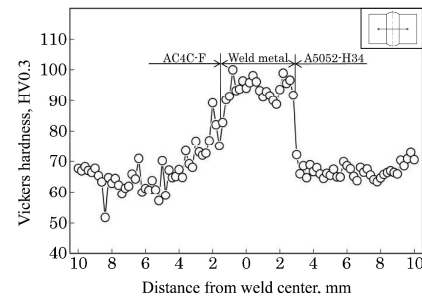


Fig.3 Vickers hardness distribution of AC4C-F and A5052-H34 butt welds.

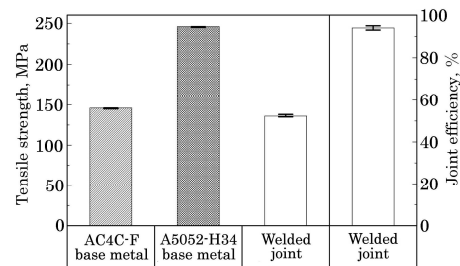


Fig.4 Tensile strength, joint efficiency of base metals, AC4C-F and A5052-H34 welded joints.

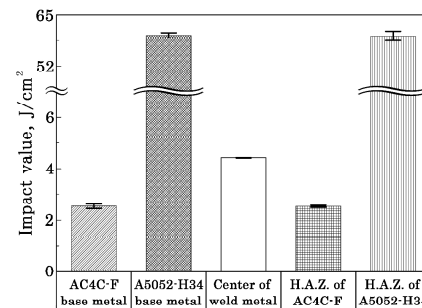


Fig.5 Impact value of base metals, AC4C-F and A5052-H34 welded joints.

Notes: 1) Testing temperature: 298K
2) H.A.Z.: Heat affected zone

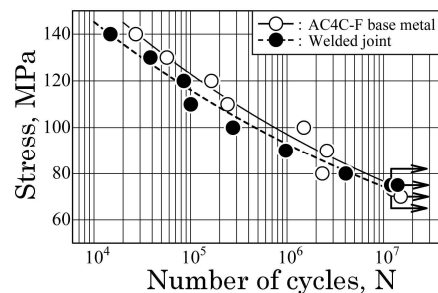


Fig.6 S-N curves of AC4C-F base metal, AC4C-F and A5052-H34 welded joints.

AC4C-F 母材 (75MPa) と同等の値を示した。

5. 参考文献

- [1] 加藤恭平, 金子優人, 柴田文男: 「TIG 溶接した Al 合金鑄物と Al 合金展伸材の引張及び衝撃特性」, 日本鑄造工学会第 163 回全国講演大会講演概要集, 2013.
- [2] 金子優人, 加藤恭平, 柴田文男: 「TIG 溶接した Al 合金鑄物と Al 合金展伸材の溶接継手強度」, 第 57 回日本学術会議材料工学連合講演会講演論文集, 2013.