

TIG 溶接した銅合金鋳物の溶接性 Weldability of TIG Welded Copper Alloy Casting

○池田成喜¹, 坂本恭平², 鈴木佑来², 柴田文男³

*Seiki Ikeda¹, Kyohei Sakamoto², Yuki Suzuki² and Fumio Shibata³

Abstract: Analysis was made on mechanical properties etc. regarding the butt welds formed by TIG welding of copper alloy casting (CAC403). The results obtained in this experimental investigation are summarized as follows. As for the appearance of the bead, the weld cracking was not observed in the surface bead and the bottom bead. In the case of welded joints, the welded joints presented a tensile strength of 106MPa and had an average joint efficiency of 48%, with regard to the CAC403 base metal before welding.

1. 諸言

銅合金鋳物は、耐摩耗性、耐食性、耐圧性などに優れた金属材料であり、現在船舶用部品、軸受、バルブ・コックなどに多用されている。しかし、銅合金鋳物は熱伝導率、熱膨張率が大きい為、溶接熱が母材に拡散し、十分な溶込みが得られにくく、難溶接性材料として扱われている。現在まで、銅合金鋳物及び銅合金鋳物と鋼などの溶接・接合に関する報告は極めて少ない^{[1], [2]}。

本報告では、TIG 溶接による銅合金鋳物の I 形突合せ溶接を行った場合の、溶接条件の選定、ビード外観、欠陥生成及び溶接部の組織観察、硬さ測定、溶接継手の引張強さなどについて二、三検討した。

2. 供試材料及び実験方法

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、t6×50×100mm とした。母材の溶接前処理として、母材をアセトン中で超音波洗浄を行った。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。Fig.1 に溶接装置の概略図を示す。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 40mm/min、シールドガス流量 10l/min (Ar) 及び溶接入熱 39000J/cm とした。溶接方法は、溶接部の耐割れ性に有効とされるカスケード法を使用した。Fig.2 にカスケード法の概略図を示す。溶接は、母材を I 形に突合せて治具で軽く固定して、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。溶接部の組織は、ビード横断面を切断・研磨後、腐食して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：HV0.2）、引張試験（JIS5 号）を行い、母材及び溶接継手の強度などについて調べた。

Table 1 Chemical compositions and mechanical properties of base metal.

Materials	Chemical composition (mass%)								Mechanical properties	
	Cu	Sn	Zn	Pb	Fe	Ni	Sb	P	T.S. (MPa)	El. (%)
B.M. CAC403	87.58	9.2	2.73	0.29	0.03	0.14	0.01	0.02	220	11

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

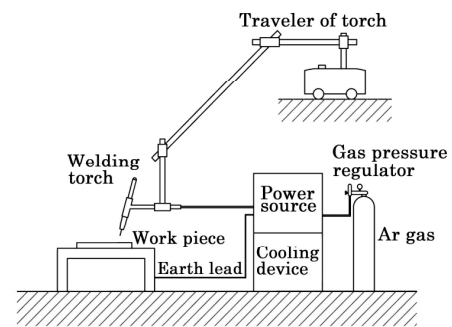
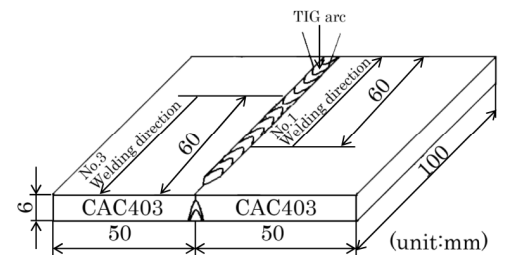
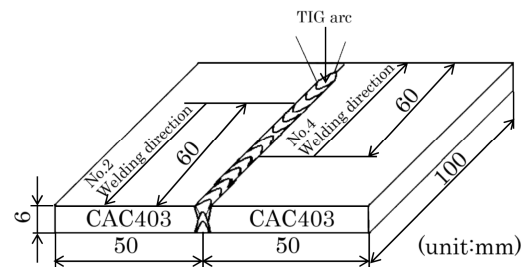


Fig.1 Schematic diagram of TIG welding system.



Obverse side



Reverse side

Fig.2 Welding sequence of cascade method.

Notes: 1) Obverse side: 2 passes welding
2) Reverse side: 2 passes welding

3. 実験結果

3.1 溶接部の組織と硬さ

Fig.3 に表面及び裏面ビードの外観を示す。表面及び裏面ビードに溶接割れは認められなかったが、一部ピットが認められた。また、溶接金属の組織は、デンドライトの様相を呈していた。Fig.4 に溶接部の硬さ分布を示す。溶接金属の平均硬さは 102HV であり、溶接前の母材とほぼ同等の値を示した。また、熱影響部近傍では硬度の低下が認められた。

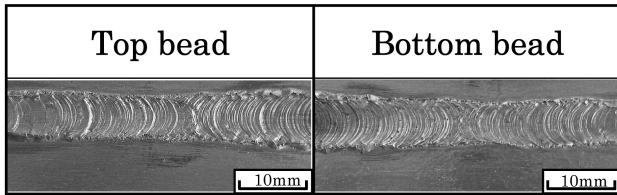


Fig.3 Bead appearance of butt welding.

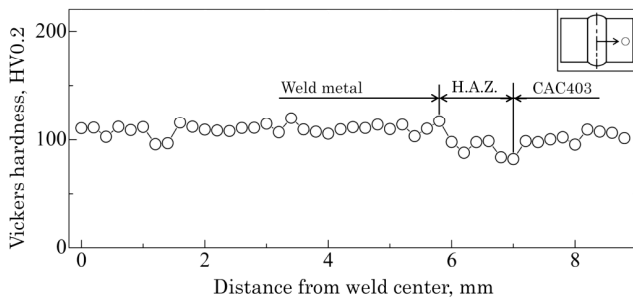


Fig.4 Vickers hardness distribution of butt welds.

Note: H.A.Z : Heat affected zone

3.2 溶接継手の引張特性

Fig.5 に母材及び溶接継手の引張強さと継手効率を示す。溶接継手の引張強さは、86~142MPa (4 本) を示し、その平均は 106MPa であった。この場合、CAC403 母材 (220MPa) に対する継手効率は 39~65% を示し、その平均は 48% であった。なお、溶接継手の破断は、すべて溶接金属部から生じていた。また、破断面にはブローホールと一部融合不良が認められた。

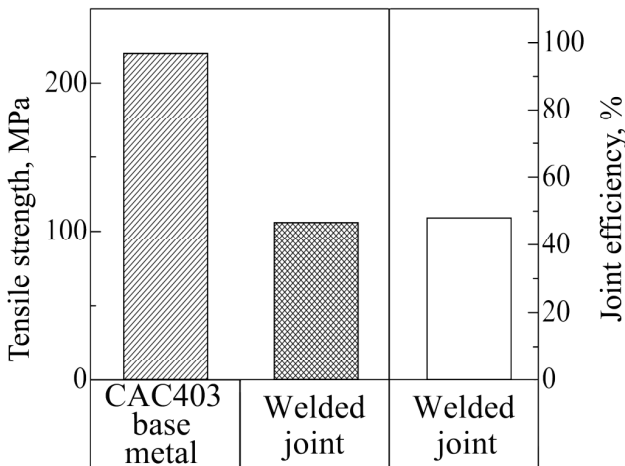


Fig.5 Tensile strength and joint efficiency of base metal and welded joints.

3.3 溶接継手の引張強さと気孔率との関係

Fig.6 に溶接継手の引張強さと気孔率との関係を示す。いずれの溶接継手の場合も破断面に気孔が発生していた。そこで、溶接継手の引張強さと気孔率との関係について調べた。溶接継手の引張強さは、気孔率が大となるにつれて引張強さが著しく低下する傾向を示した。特に、気孔率 62% の場合は引張強さは 86MPa まで低下している。

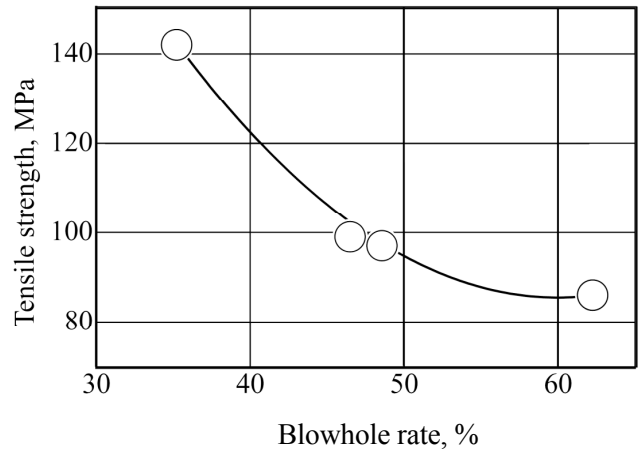


Fig.6 Relation between tensile strength and blowhole rate of welded joints.

4. 結言

TIG 溶接による銅合金鋳物の I 形突合せ溶接を行い、溶接継手の諸特性などについて二、三検討し、以下の結果を得た。

(1) 表面及び裏面ビードに溶接割れは認められなかったが、一部ピットが認められた。また、溶接金属の組織はデンドライトの様相を呈していた。

(2) 溶接継手の引張強さは、母材 (220MPa) の引張強さより低下し、破断面にはブローホールと一部融合不良が認められた。

(3) 溶接継手の引張強さは、気孔率が大となるにつれて引張強さが著しく低下した。

5. 参考文献

- [1] 池田成喜, 大谷広樹, 保科聖, 柴田文男: 「インサート型電子ビーム溶接した CAC403 銅合金鋳物と SCS13 ステンレス鋳鋼の強度特性」, 鋳造工学第 160 回全国講演大会講演概要集, pp.35, 2012.
- [2] 池田成喜, 保科聖, 大谷広樹, 柴田文男 他: 「銅合金鋳物とステンレス鋳鋼の溶接継手強度に及ぼすインサート材の効果」, 第 56 回日本学術会議材料工学連合講演会講演論文集, 2012.