

K1-13

TIG 溶接した銅合金鋳物の機械的性質
Mechanical Properties of TIG Welded Copper Alloy Casting

○阿河次郎¹, 松田昂介², チャイフォーチョン², 柴田文男³
 *Jiroh Aga¹, Kouske Matsuda², Chai Foh Choong² 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 metal cracking and pitting were not observed in the surface bead. Also, the welded joints presented a tensile strength of 215MPa without preheat, 246MPa with preheat and had an average joint efficiency of 88% and 100%, with regard to the CAC403 base metal before welding.

1. 緒言

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る。しかし、熱伝導率、熱膨張率が大きいので、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知られている。これまで、銅合金鋳物の TIG 溶接に関する報告は極めて少ない [1], [2]。

本報告では、銅合金鋳物の V 形突合せ溶接を行った場合の、母材予熱の有無が溶接部の組織、硬さ、引張、衝撃及び疲労特性などに及ぼす影響について若干検討した。

2. 供試材料及び実験方法

Table 1 に母材及び溶加材の化学成分と機械的性質を示す。Fig.1 に母材及び溶加材のミクロ組織と硬さを示す。母材の寸法は、t6×50×100mm とし、溶加材の寸法は、φ2.0×1000mm とした。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。

Fig.2 に TIG 溶接機の概略図を示す。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 145A、溶接速度 40mm/min、シールドガス流量 10l/min(Ar)及び溶接入熱 43500J/cm とした。母材の突合せ面は、60°V 形開先とした。溶接に際し、治具で軽く固定し、片面 3 層 V 形溶接を行った。溶接終了後、溶接ビードの外観検査などを行った。

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。さらに、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 (JIS14B 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。

Table 1 Chemical compositions and mechanical properties of base metal and filler metal.

Materials	Chemical composition (mass%)							Mechanical properties		
	Cu	Sn	Zn	Pb	Ni	Si	P	T.S. (MPa)	EL. (%)	
Base metal	CAC403	87.50	9.30	2.80	0.30	0.05	0	0.01	243	21
Filler metal	YCuSnB	Bal.	8.05	0.15	0.01	-	-	-	380	19

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

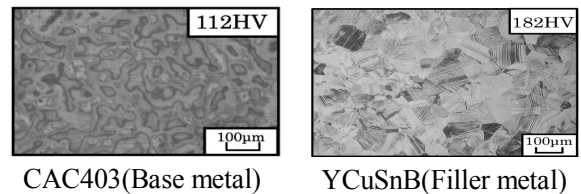


Fig.1 Microstructure and Vickers hardness of base metal and filler metal.

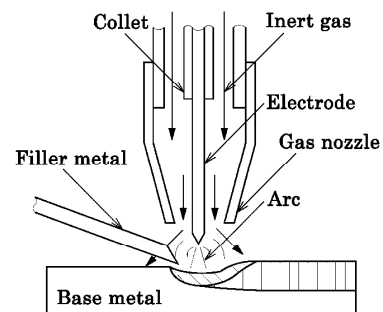


Fig.2 TIG welding system.

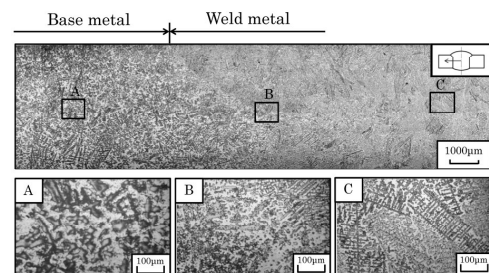


Fig.3 Microstructure of butt welds. Note:Preheat

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

溶接部の表面ビードには、予熱無し及び有りの場合、いずれも割れやピットは認められなかった。Fig.3 に予熱有りの場合の溶接部のマイクロ組織を示す。溶接金属部の組織はデンドライトの様相を呈した。Fig.4 に溶接部の硬さ分布を示す。予熱無しの溶接金属の平均硬さは 176HV であった。なお、予熱有りの場合、溶接金属の平均硬さは 119HV であった。

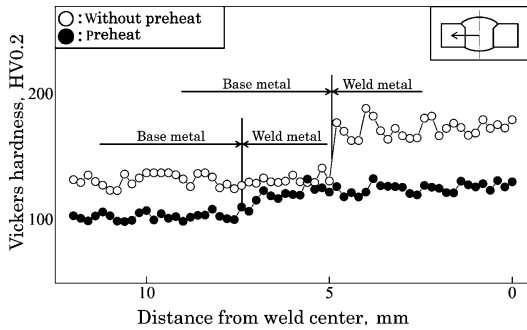


Fig.4 Vickers hardness distribution of preheat and without preheat welds.

3.2 母材及び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。溶接継手の平均引張強さは、予熱無しの場合 215MPa (5 本)、予熱有りの場合は 246MPa (4 本) であった。この場合、母材 (243MPa) に対する継手効率は、それぞれ平均で 88%及び 100%であった。

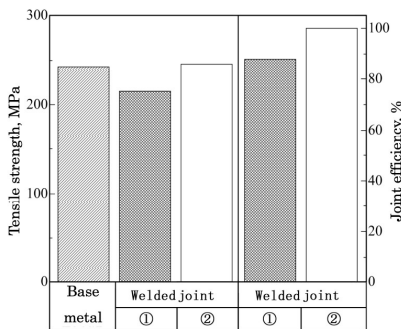


Fig.5 Tensile strength and joint efficiency of base metal and welded joints.

Notes: 1)①: Without preheat 2)②: Preheat

3.3 母材及び溶接継手の衝撃特性

Fig.6 に母材及び溶接継手の衝撃値を示す。衝撃試験の打撃位置は、溶接金属中央及び熱影響部の 2ヶ所で実施した。溶接金属中央の平均衝撃値は、予熱無しの場合 39.6J/cm²、予熱有りの場合は 37.4J/cm²であり、母材の衝撃値 32.8J/cm² に比して高い値を示した。また、熱影響部の平均衝撃値は、予熱無しの場合 46.4J/cm²であり、予熱有りの場合は 38.3J/cm²であった。

3.4 母材及び溶接継手の疲労特性

Fig.7 に平面曲げ疲労試験による母材及び溶接継手の S-N 線図を示す。繰返し数 1.2×10⁷ 回における溶接継手の疲労限度は、予熱有りの場合は 95MPa を示し、母材

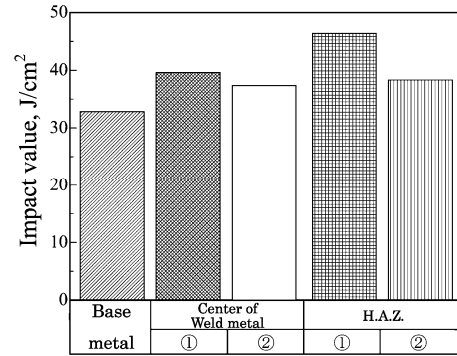


Fig.6 Impact value of base metal and welded joints. Notes: 1) Testing temperature: 298K 2) ①: Without preheat 3) ②: Preheat 4) H.A.Z.: Heat affected zone

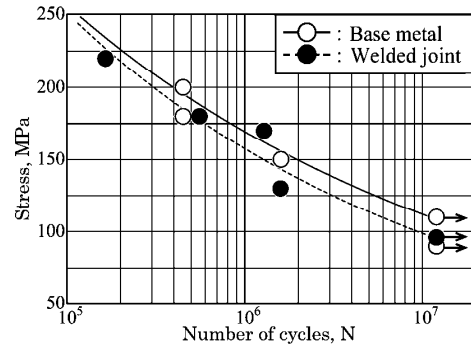


Fig.7 S-N curves of base metal and welded joints. Note: Preheat

の疲労限度 110MPa に比して低下した。破断位置は、熱影響部近傍であった。また、母材の引張強さ 243MPa に対する疲労限度比は 0.45 であり、溶接継手の引張強さ 246MPa に対する疲労限度比は 0.39 であった。

4. 結言

(1) 溶接金属の組織は、デンドライトの様相を呈していた。また、その平均硬さは予熱無しで 176HV、予熱有り 119HV であった。

(2) 溶接継手の平均引張強さは、予熱無しの場合 215MPa、予熱有りの場合 246MPa を示し、母材に対する継手効率は予熱無しの場合 88%、予熱有りの場合 100%であった。

(3) 溶接継手の衝撃値は、打撃位置が溶接金属中央の場合、予熱の有無にかかわらず溶接前の母材に比して 5~7J/cm² ほど上昇した。また、熱影響部の衝撃値は、予熱無しの場合予熱有りの場合より上昇した。

(4) 溶接継手の疲労限度は、予熱有りの場合 95MPa を示し、母材の 110MPa より低下した。

5. 参考文献

[1] 阿河次郎, 池田成喜, 柴田文男, 高橋博正: 「TIG 溶接した銅合金鋳物の強度特性」, 日本鋳造工学第 162 回全国講演大会講演概要集, pp.26, 2012.
 [2] 阿河次郎, 池田成喜, 柴田文男, 高橋博正: 「TIG 溶接した銅合金鋳物の溶接継手強度」, 第 57 回日本学術会議材料工学連合講演会講演論文集, 2013.