

K1-24

電子ビーム溶接した銅合金鋳物と銅合金展伸材の強度特性

Strength Characteristics of Electron Beam Welded Copper Alloy Casting and Copper Wrought Alloy

○中尾祐太¹, 阿河次郎², 保科聖², 柴田文男³

*Yuta Nakao¹, Jiroh Aga², Akira Hoshina² and Fumio Shibata³

Analysis was made on mechanical properties etc. regarding the welds formed by electron beam welding and insert type electron beam welding of pure Ni insert metal using copper alloy casting (CAC403) and copper wrought alloy (C7150). As for the appearance of the bead, the butt welded spattering was observed in the bottom bead. In the case of welded metal with pure Ni, the surface bead and bottom bead were good bead. The butt welded joint presented a tensile strength of 261MPa, 260MPa with pure Ni and had an average joint efficiency of 100% together, 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り、現在船舶用部品、軸受、バルブ・コックなどに用いられている。しかし、銅合金鋳物は、熱伝導率、熱膨張率が大きいため、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^{[1]-[3]}。

そこで本報告では、電子ビーム溶接による銅合金鋳物と銅合金展伸材の突合せ溶接及び純 Ni インサート型溶接(以下、純 Ni 溶接と記す)を行い、溶接継手の欠陥の有無、ビード外観、硬さ測定、引張及び衝撃特性などについて二、三検討した。

2. 供試材料及び実験方法

Table 1. に母材及びインサート材の化学成分と機械的性質を示す。Fig.1 に母材及びインサート材のミクロ組織と硬さを示す。母材には、銅合金鋳物(CAC403 相当、旧記号：BC3)と銅合金展伸材(C7150 相当)を使用した。インサート材には、純 Ni を使用した。母材の寸法は、t6×100×80~100mm とし、インサート材の寸法は、t1.0×6×100mm とした。母材の溶接前処理として、母材表面の酸化皮膜をエメリー紙(#800)で除去後、アセトン中で超音波洗浄を行った。

溶接装置は、60kW 級高電圧高真空型電子ビーム溶接機(全真空型)を使用した。Fig.2 に ab 値の表示方法を示す。

溶接条件は、真空度(突合せ溶接：9.7×10⁻³Pa, 純 Ni 溶接：1.8×10⁻²Pa), 加速電圧 150kV, ab 値 0.97, ビーム電流(突合せ溶接：17mA, 純 Ni 溶接：18mA), 溶接速度 600mm/min とした。その場合の溶接入熱はそれぞれ 2550J/cm 及び 2700J/cm とした。溶接に際して、母材の両端を治具で軽く固定して、突合せ溶接及び純 Ni インサート型電子ビーム溶接を行った。

溶接終了後、溶接ビードの外観検査を行った。溶接部の組織は、ビード横断面を切断・研磨後、溶接部は 10%チオ硫酸アンモニウム水溶液と塩化第二鉄塩酸水で腐食を行い、光学顕微鏡で観察した。さらに、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)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。

Table1. Chemical compositions and mechanical properties of base metals and insert metal.

Materials	Chemical composition (mass%)									Mechanical properties	
	Cu	Sn	Zn	Pb	Ni	Fe	P	Sb	T.S. (MPa)	El. (%)	
Base metal	CAC403									243	15
	87.50	9.30	2.80	0.30	0.05	0.02	0.014	0.01			
Base metal	C7150									316	38
	68.7	<0.005	0.56	<0.005	-	0.77	29.8	-			
Insert metal	Pure Ni									417	24
	0.1	<0.1	0.2	0.01	0.002	0.1	99.4	-			

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

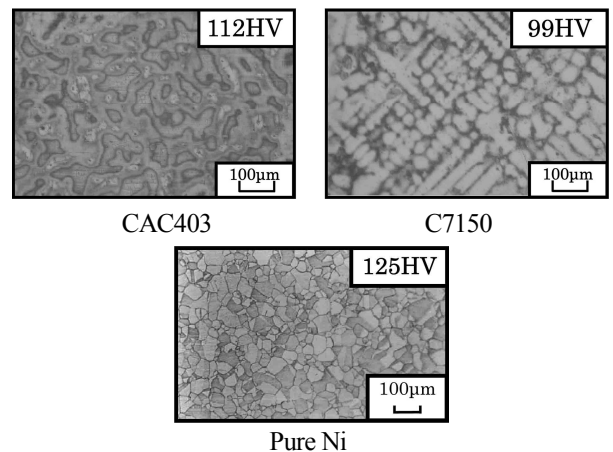


Fig.1 Microstructure and Vickers hardness of base metals and insert metal.

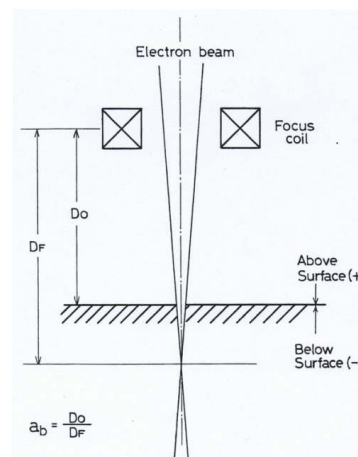


Fig.2 ab Parameter

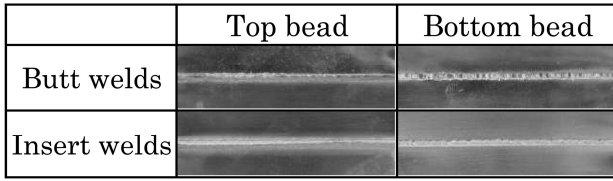


Fig.3 Bead appearance of butt welds and pure Ni insert-type welds.

3. 実験結果

3.1 溶接部のビード外観及び硬さ

Fig.3 に突合せ溶接部及び純 Ni 溶接部のビード外観を示す。溶接ビードの外観は、突合せ溶接の場合は裏波ビードにスパッタが認められた。純 Ni 溶接の場合は比較的良好なビード外観が得られている。

Fig.4 に突合せ溶接部及び純 Ni 溶接部の硬さ分布を示す。突合せ溶融凝固部の平均硬さは 130HV であり、純 Ni 溶融凝固部の平均硬さは 129HV を示し、ほぼ両者とも同様の値であった。両者の硬さは、CAC403 (112HV) 及び C7150(99HV)より上昇しており、インサート材として用いた純 Ni 材にほぼ近い硬さ (125HV)であった。

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。溶接継手の引張強さは、突合せ溶接継手の場合は平均で 261MPa(3 本)を示し、純 Ni 溶接継手の場合は平均で 260MPa(2 本)であった。この場合の CAC403 母材の引張強さ(243MPa)に対する継手効率は、突合せ溶接継手及び純 Ni 溶接継手とも平均で 100%を示した。また、継手の伸びは、突合せ溶接継手の場合は平均で 10.6%を示し、純 Ni 溶接継手の場合は平均で 12.8%であった。

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。突合せ溶接部中央の平均衝撃値は 72.5J/cm²(2 本)を示し、純 Ni 溶接部の平均衝撃値は 105J/cm²(2 本)を示した。この場合、CAC403 母材の衝撃値(32.8J/cm²)に比べていずれも高い値を示した。

4. 結言

銅合金鋳物と銅合金展伸材の突合せ溶接及び純 Ni インサート型電子ビーム溶接を行い、溶接継手の強度などについて二、三検討し、以下の結果を得た。

(1) 溶融凝固部の硬さは、いずれの継手の場合も 129HV 及び 130HV とほぼ同様の値を示し、両母材より硬度の上昇が認められた。

(2) 溶接継手の引張強さは、両者ともほぼ 260MPa を示し、その平均継手効率は両者とも 100%であった。

(3) 溶接継手の衝撃値は、突合せ溶接部及び純 Ni 溶接部とも CAC403 母材より著しく衝撃値の上昇が認められた。

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」日本鋳造工学会第 162 回全国講演大会講演概要集, pp.26,2013.

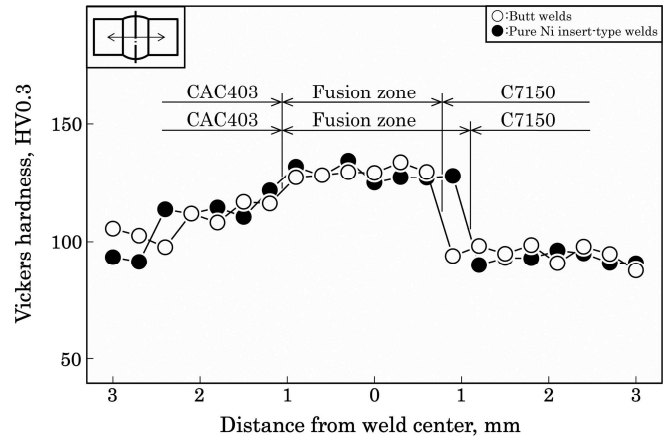


Fig.4 Vickers hardness distribution of butt welds and pure Ni insert-type welds.

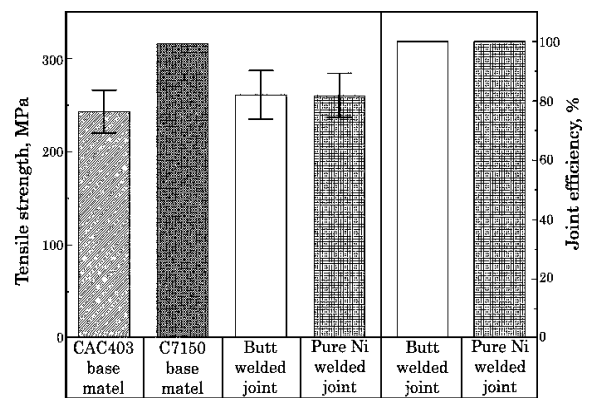


Fig.5 Tensile strength and joint efficiency of base metals and welded joints.

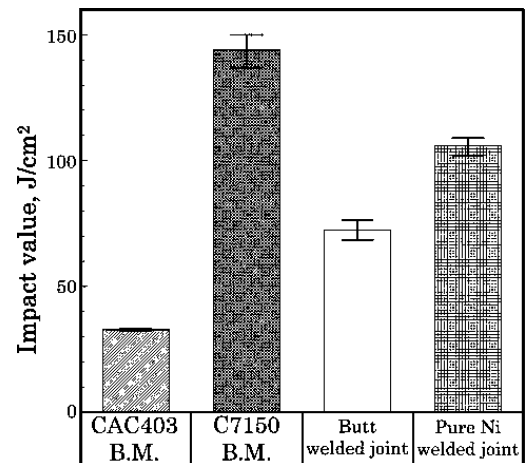


Fig.6 Impact Value of base metals and welded joints.

Note: Testing temperature; 298K

[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,pp.213-214,2012.

[3] 阿河次郎, 保科聖, 柴田文男, 高橋博正:「銅合金鋳物と銅合金展伸材溶接継手の引張及び衝撃特性」日本機械学会山梨講演会講演論文集,2013.