

K1-4

インサート材を用いた銅合金鋳物とステンレス鋳鋼の溶接継手強度

Strength of Welded Joints of Copper Alloy Casting and Stainless Casting Steel Using Insert Metal

○保科聖¹, 池田成喜¹, 佐藤七樹², 柴田文男³

*Akira Hoshina¹, Seiki Ikeda¹, Nanaki Sato² and Fumio Shibata³

Abstract: Analysis was made on mechanical properties etc. regarding the butt welds formed by pure Ni and SUS304 insert-type electron beam welding using copper alloy casting (CAC403) and stainless casting steel (SCS13). As a result, the welded joints presented a tensile strength of 186~189MPa and had an average joint efficiency of 86%, 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、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、熱膨張率が大きいとため、溶接熱が母材に拡散し、十分な溶込みが得られにくく、難溶溶性材料として扱われている。現在まで、銅合金鋳物とステンレス鋳鋼との溶接による継手強度に関する報告は極めて少ない^[1]。

本報告では、電子ビーム溶接による銅合金鋳物とステンレス鋳鋼の突合せ面に純 Ni 及び SUS304 インサート材を用いてインサート型溶接（以下、純 Ni 及び SUS304 溶接と記す）を行い、溶接継手の強度などについて検討した。

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マイクロ組織と硬さを示す。母材の寸法は、t6×100×100mm 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、高電圧高真空型電子ビーム溶接機（全真空型）を使用した。溶接条件は、真空度 1.4×10^{-2} Pa, 加速電圧 150kV, ab 値 0.97, ビーム電流 18mA, 溶接速度 600mm/min 及び溶接入熱 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、純 Ni 及び SUS304 をインサート材として用いて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、腐食して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、マイクロピッカース硬さ試験（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。

Table 1 Chemical compositions and mechanical properties of base metals and insert metals.

Materials	Chemical composition (mass%)										Mechanical properties		
											T.S. (MPa)	El. (%)	
Base metal	CAC403	Cu	Sn	Zn	Pb	Fe	Ni	Sb	P				
		87.58	9.2	2.73	0.29	0.03	0.14	0.01	0.018			220	11
Base metal	SCS13	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr					
		0.03	1.18	0.93	0.023	0.003	9.11	18.40			511	64	
Insert metal	Pure Ni	Fe	Cu	Mn	C	S	Si	Ni					
		0.1	<0.1	0.2	0.01	0.002	0.1	99.4			417	24	
Insert metal	SUS304	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr					
		0.06	0.55	0.97	0.032	0.002	8.05	18.22			643	63	

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

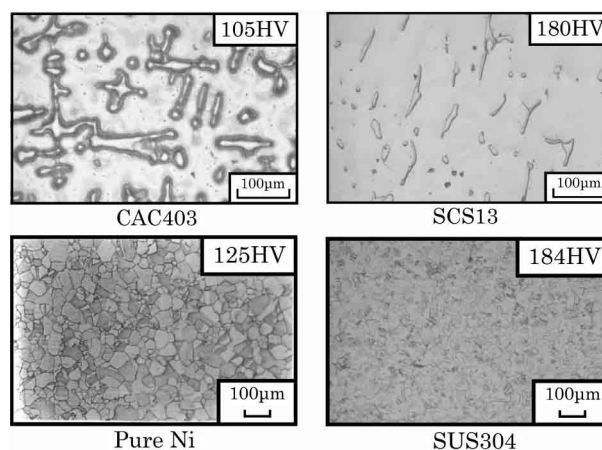


Fig.1 Microstructure and Vickers hardness of base metals and insert metals.

3. 実験結果

3.1 溶接部の組織と硬さ

純 Ni 及び SUS304 溶接とも表面ビードにピットや割れは認められなかった。Fig.2 及び Fig.3 に純 Ni 及び SUS304 溶接部のマイクロ組織を示す。両図とも溶融凝固部はデンドライトの様相を呈しており、SUS304 溶接に比して純 Ni の溶融幅が広がっていた。Fig.4 に純 Ni 及び SUS304 溶接部の硬さ分布を示す。純 Ni 溶融凝固部の平均硬さは 178HV であった。なお、SUS304 溶融凝固部の平均硬さは 177HV であり、インサート材による硬さの変化は認められず、ほぼ同等の値を示した。

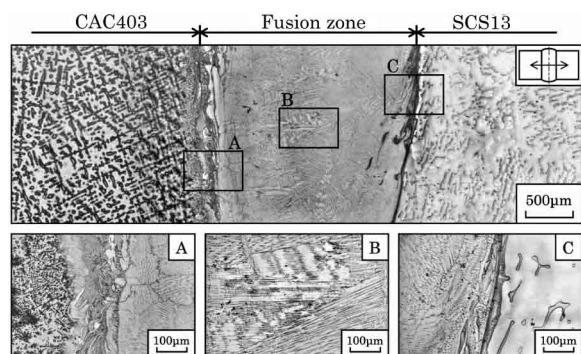


Fig.2 Microstructure of pure Ni insert-type welds.

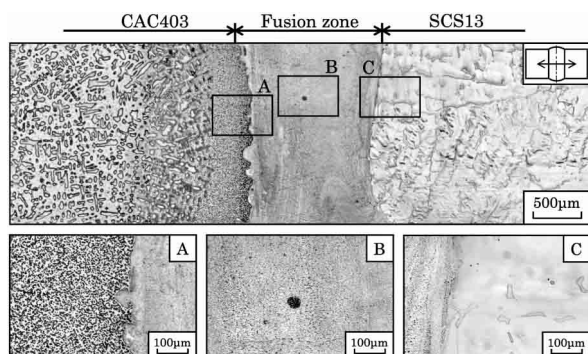


Fig.3 Microstructure of SUS304 insert-type welds.

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、純 Ni 溶接の場合は平均で、186MPa(2 本)であった。SUS304 溶接の場合は平均で、189MPa(2 本)であった。この場合、CAC403 母材 (220MPa) に対する継手効率は、純 Ni 溶接の場合は平均で 85%を示し、SUS304 溶接の場合は平均で 86%であった。また、継手の伸びは、純 Ni 溶接の場合は平均で 0.9%であり、SUS304 溶接の場合は 2.4%であった。

3.3 溶接継手の衝撃特性

Fig.6 に溶接継手の衝撃値と Ni 量との関係を示す。衝撃試験は、試験温度 298K を一定として試験を行った。純 Ni 溶接部の平均衝撃値は 25.8J/cm² (2 本)、SUS304 溶接部の平均衝撃値は 10.7J/cm² (2 本) を示し、CAC403 母材の衝撃値 (33.6J/cm²) に比べて低い値を示した。また、インサート材の Ni 含有量は、純 Ni は 99.4%、SUS304 は 8.07%であり、Ni 含有量による衝撃値の差異が認められた。

4. 結言

電子ビーム溶接による銅合金鋳物とステンレス鋳鋼の純 Ni 及び SUS304 インサート型電子ビーム溶接を行い、溶接継手の機械的性質などについて若干検討し、以下の結果を得た。

(1) 純 Ni 及び SUS304 溶融凝固部の組織は、デンドライトの様相を呈していた。また、SUS304 溶接に比して純 Ni の溶融幅が大であった。なお、溶融凝固部の硬さは、両溶接部ともほぼ同等の値を示した。

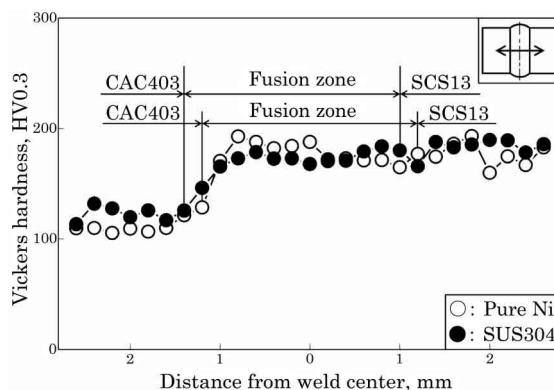


Fig.4 Vickers hardness distribution of pure Ni and SUS304 insert-type welds.

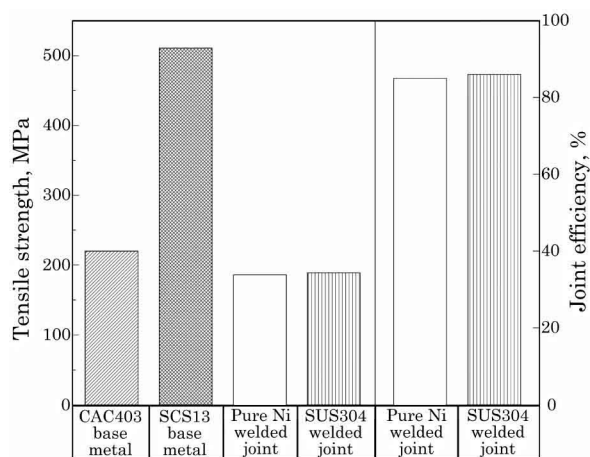


Fig.5 Tensile strength and joint efficiency of base metals and welded joints.

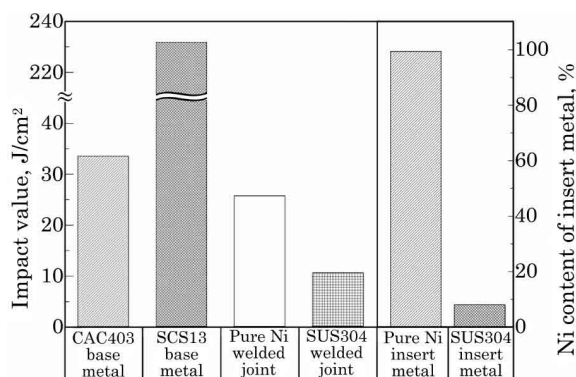


Fig.6 Relation between impact value and Ni content of welded joints.

(2) 溶接継手の引張強さは、純 Ni 溶接の場合は 186MPa、SUS304 溶接の場合は 189MPa であった。

(3) 溶接部の衝撃値は、純 Ni 溶接部の場合は平均衝撃値 25.8J/cm² を示し、SUS304 溶接部の場合は平均衝撃値 10.7J/cm² であった。

5. 参考文献

[1] 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.