

K1-1

電子ビーム溶接した銅合金鋳物とフェライト系ステンレス鋼の継手強度 Joints Strength of Electron Beam Welded Copper Alloy Casting to Ferritic Stainless Steel

○大谷広樹¹, 佐々木幸大², 柴田文男³*Hiroki Otani¹, Kouta Sasaki² and Fumio Shibata³

Abstract: Some studies were conducted on the strength of welded joints, etc. when two different metals, CAC403 copper alloy casting and SUS430 stainless steel, were welded together by SUS310S insert-type electron beam welding. The result was that no pitting and no cracking were observed on the surfaces of the weld beads. Also, the average tensile strength of the welded joints was 180MPa, the average joint efficiency of the copper alloy casting to its base metal (223MPa) was 81%, and the average elongation of welded joints was 1.9%.

1. 緒言

CAC403 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扱われている。したがって、CAC403 銅合金鋳物と SUS430 ステンレス鋼との組立溶接に関する報告は少ない^{[1], [2]}。

本報告では、CAC403 銅合金鋳物と SUS430 ステンレス鋼の I 形突合せ面に、SUS310S インサート材を用いて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。母材の寸法は、 $t6 \times 100 \times 100$ mm とし、インサート材の寸法は、 $t1.0 \times 6 \times 100$ mm 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 (#240) 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 級の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 1.2×10^{-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、SUS310S 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、腐食して光学顕微鏡で観察した。また、EPMA によるビード横断面の面分析を行った。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), 継手引張試験 (JIS5 号), V ノッチシャル

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

Materials		Chemical composition (mass%)						Mechanical properties		
		Cu	Sn	Zn	Pb	—	—	—	T.S. (MPa)	El. (%)
Base metal	CAC403	86.70	10.24	2.63	0.16	—	—	—	223	13
	SUS430	C	Si	Mn	P	S	Cr	—	462	27
Insert metal	SUS310S	0.04	0.49	0.39	0.028	0.017	16.28	—	590	43
		C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr		
		0.052	0.62	0.96	0.012	0.001	19.03	24.71		

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

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。

3. 実験結果

表面ビードにピットや割れは認められなかった。Fig.1 に溶接部のマイクロ組織を示す。溶融凝固部の組織は、微細なデンドライトであった。

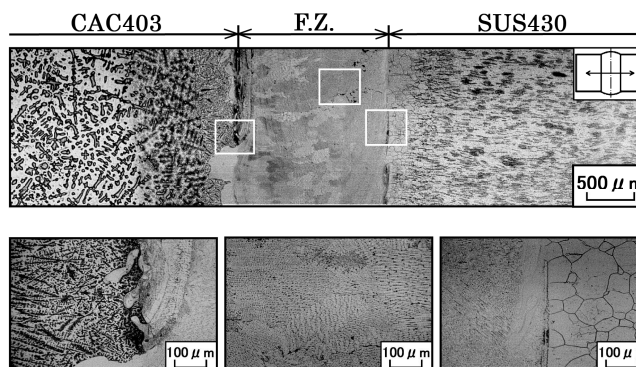


Fig.1 Microstructure of welds.
Note : F.Z. ; Fusion zone

Fig.2 に溶接部の硬さ分布を示す. 溶融凝固部の平均硬さは 178HV であり, SUS430 母材の硬さ(179HV)とほぼ同様の値を示した.

溶接継手の引張強さは 179~183MPa (3 本) を示し, その平均は 180MPa であった. この場合, CAC403 母材に対する継手効率率は 80~82% を示し, その平均は 81% であった. また, 溶接継手の伸びは, 0.7~3.2% を示し, その平均は 1.9% であった. Fig.3 に溶接継手の引張強さ, 継手効率率及び伸びとの関係を示す. 伸びの上昇とともに, 引張強さ及び継手効率率は若干大となった.

Fig.4 に母材及び溶接継手の衝撃値を示す. 溶接部中央の平均衝撃値は 17.5 J/cm² であり, CAC403 母材の 18.8 J/cm² に比べて若干低かった. また, CAC403 ボンド部の平均衝撃値は 6.4 J/cm² を示し, さらに SUS430 ボンド部の平均衝撃値は 19.1 J/cm² であり, 母材の衝撃値に比べて各ボンド部において強度の低下が見られた.

Fig.5 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 130MPa であり, CAC403 母材の疲労限度 90MPa に比べて 40MPa ほど上昇した. また, 溶接継手の疲労限度比は 0.72 であった.

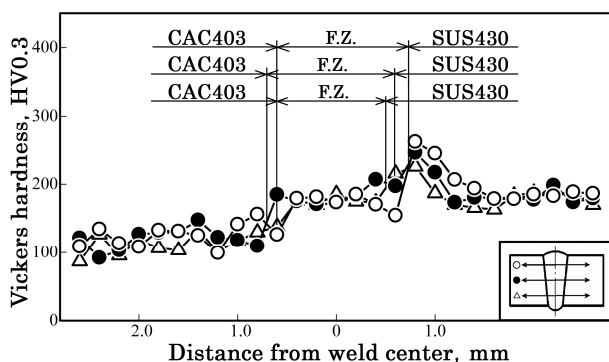


Fig.2 Vickers hardness distribution of welds.
Note : F.Z. ; Fusion zone

4. 結言

CAC403 銅合金鋳物と SUS430 ステンレス鋼の SUS310S インサート型電子ビーム溶接を行った場合の, 溶接継手の強度などについて若干検討し, 以下の結果を得た.

(1) 溶融凝固部の組織は, 微細なデンドライトであった. また, 溶融凝固部の硬さは, SUS430 母材の硬さ (179HV) とほぼ同様であった.

(2) 溶接継手の引張強さは, CAC403 母材の引張強さより 43MPa 低かった.

(3) 溶接部中央の衝撃値は, CAC403 母材の衝撃値より 1.3 J/cm² 低かった. また, 各ボンド部は母材より強度の低下が見られた.

(4) 溶接継手の疲労限度は, CAC403 母材 (90MPa) より 40MPa 上昇し, またその疲労限度比は 0.72 であった.

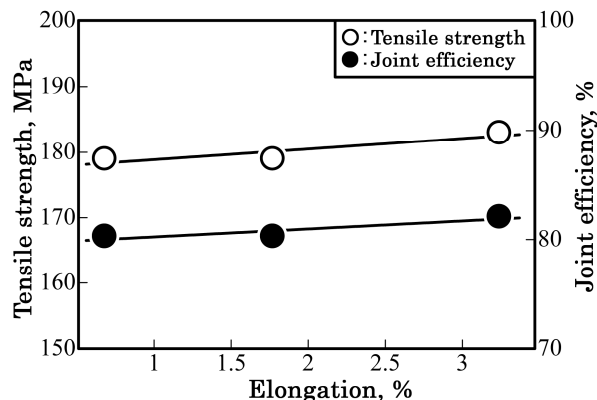


Fig.3 Relation between tensile strength, joint efficiency and elongation of welded joints.

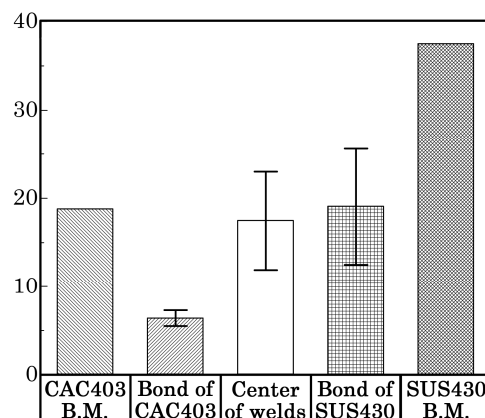


Fig.4 Impact value of base metals and welded joints.

Notes : 1)B.M. : Base metal 2)Testing temperature : 298K

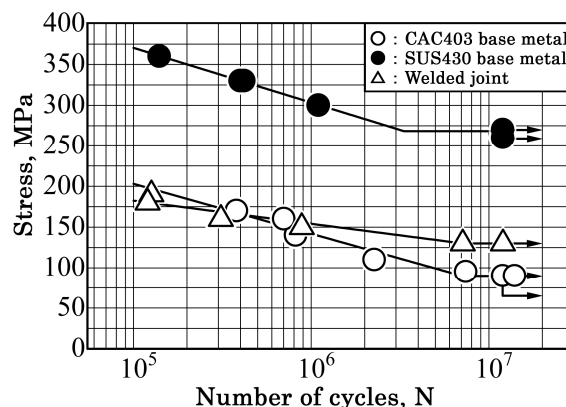


Fig.5 S-N curves of base metals and welded joints.

5. 謝辞

本研究の遂行に当たり, 詳細に渡ってご協力して下さった平成 21 年度の大学院生の檜都章博氏に心よりお礼申し上げます.

6. 参考文献

- [1] 大谷広樹, 檜都章博, 宗像哲, 柴田文男: 鑄造工学第 156 回全国講演大会講演概要集, p.14, 2010
- [2] 大谷広樹, 宗像哲, 柴田文男: 第 54 回日本学術会議材料工学連合講演会, 2010