

K1-12

インサート型電子ビーム溶接した球状黒鉛鋳鉄とステンレス鋳鋼の強度特性
Strength Characteristics of Insert-type Electron Beam Welded Spheroidal Graphite Cast Iron and Stainless Casting Steel

○川村法久¹, 藤田秀平¹, 細谷哲明², 柴田文男³

* Norihisa Kawamura¹, Shuhei Fujita¹, Tetsuaki Hosoya² and Fumio Shibata³

Abstract: Electron beam welding was applied to I-type butt welding of FCD400 spheroidal graphite cast iron and SCS13 stainless casting steel without preheating, using pure Ni as insert metal. The results obtained in this investigation are summarized as follows,(1)The tensile strengths of the welded joints were 352~371MPa.(2)The average joint efficiencies of the spheroidal graphite cast iron to its base metal (441MPa) was 82%.(3)The impact value of the welded joint was 7.44J/cm².

1. 緒言

球状黒鉛鋳鉄は、鋼に匹敵する機械的性質を有しており、各種工業製品の主力材料として広く使用されている。しかし、球状黒鉛鋳鉄の溶融溶接は極めて困難である[1], [2]。

一方、ステンレス鋳鋼は比較的溶接性に優れた材料である。そこで、球状黒鉛鋳鉄(以下、FCD400 と記す)とステンレス鋳鋼(以下、SCS13 と記す)との溶接・接合による複合化が可能になれば、ますます両者の使用範囲は増大するものと考えられる。

本報告では、純 Ni インサート材を用いて球状黒鉛鋳鉄とステンレス鋳鋼の電子ビーム溶接継手のビード外観、マクロ、ミクロ組織、硬さ測定、引張及び衝撃特性などについて若干検討した。

2. 供試材料及び実験方法

Table1 に使用した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。母材の寸法は、t6×100×100mm とした。母材の溶接前処理として、突合せ面をエメリー紙(#800)で研磨後、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。溶接条件は、真空度 1.0×10⁻³Pa, 加速電圧 150kV, ab 値 0.97, ビーム電流 20mA, 溶接速度 600mm/min 及び溶接入熱 3000J/cm とした。Fig.2 に継手形状を示す。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、FCD400 母材部は 3%硝酸アルコール溶液で腐食をし、SCS13 母材部及び溶融凝固部は 10%クロム酸水溶液による電解腐食を行い、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

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

Materials		Chemical composition (mass%)							Mechanical properties	
		C	Si	Mn	P	S	Mg	C.E.	T.S. (MPa)	El. (%)
Base metal	FCD400	3.43	3.01	0.17	0.02	0.01	0.04	4.43	441	22
	SCS13	0.03	1.18	0.93	0.023	0.003	9.11	18.40	511	64
Insert metal	Pure Ni								417	24
		0.1	0.1	0.2	0.01	0.002	0.1	99.4		

Notes:1)C.E.:Carbon equivalent 2)T.S.:Tensile strength 3)El.:Elongation

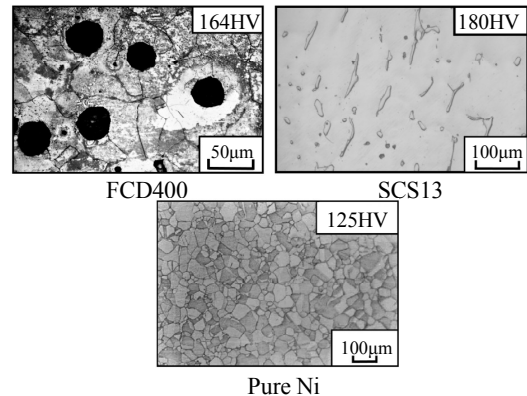


Fig.1 Microstructure and Vickers hardness of base metals and insert metal.

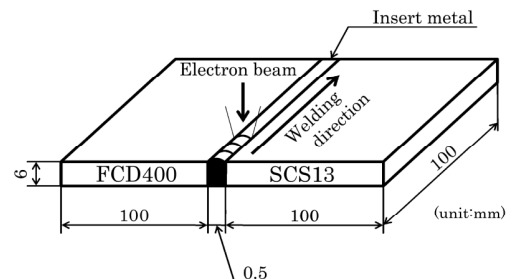


Fig.2 Joint configuration.

として、マイクロビッカース硬さ試験(硬さ記号HV03)、引張試験(JIS5 号)及び 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諸特性などについて調べた。

3. 実験結果

3.1 溶接部の諸性質

溶接ビードに割れやピットなどは認められなかった。Fig.3 に溶接部のマイクロ組織を示す。熔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、FCD400 熱影響部にマルテンサイトやレデブライトが認められた。

Fig.4 に溶接部の硬さ分布を示す。熔融凝固部の硬さは、平均で 223HV(22 点)であった。また、FCD400 熱影響部最高硬さは 894HV であった。この場合、いずれも溶接前の FCD400 母材(164HV)に比して著しく硬度が上昇した。

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、352~371MPa(3 本)で、その平均は 362MPa を示した。この場合の FCD400 母材の平均引張強さ 441MPa(3 本)に対する平均継手効率は 82%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。衝撃試験温度は母材及び溶接継手共に 298K 一定として行った。FCD400 母材及び SCS13 母材の平均衝撃値は、19.5J/cm²(2 本)、233J/cm²(2 本)であった。一方、溶接継手の衝撃値は、打撃位置を熔融凝固部中央とした場合は、7.44 J/cm²(1 本)、FCD400 熱影響部とした場合は、4.98J/cm²(1 本)、FCD400 ボンド部とした場合は、4.96J/cm²(1 本)、SCS13 ボンド部とした場合は、51.82J/cm²(1 本)、SCS13 熱影響部とした場合は、57.83 J/cm²(1 本)であった。

4. 結言

(1) FCD400 熱影響部にはマルテンサイトやレデブライトなどが認められた。また、熔融凝固部の平均硬さは 223HV を示したが、熱影響部最高硬さは 894HV と著しく硬化した。

(2) 溶接継手の平均引張強さは、362MPa を示し、その平均継手効率は 82%であった。

(3) 溶接継手の衝撃値は、熔融凝固部中央で 7.44J/cm²、FCD400 熱影響部で 4.98J/cm²、FCD400 ボンド部で 4.96J/cm² を示し、SCS13 ボンド部で 51.82J/cm²、SCS13 熱影響部で 57.83 J/cm² であった。

5. 参考文献

[1] 藤田秀平, 川村法久, 柴田文男, 高橋博正:「球状黒鉛鋳鉄とステンレス鋳鋼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.

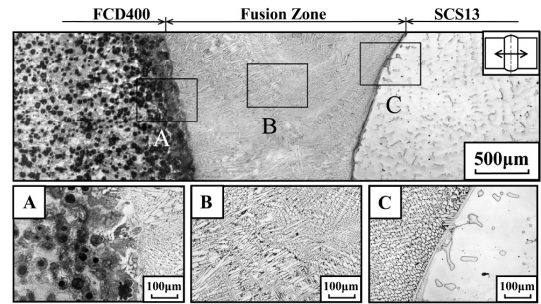


Fig.3 Microstructure of butt welds.

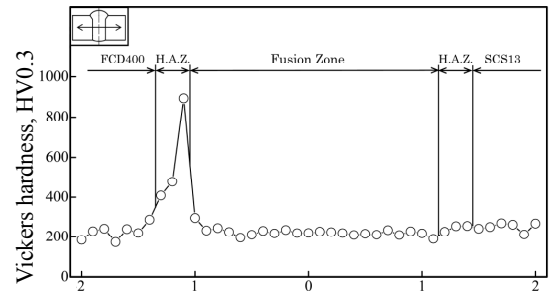


Fig.4 Vickers hardness distribution of welds.

Note: H.A.Z.:Heat affected zone

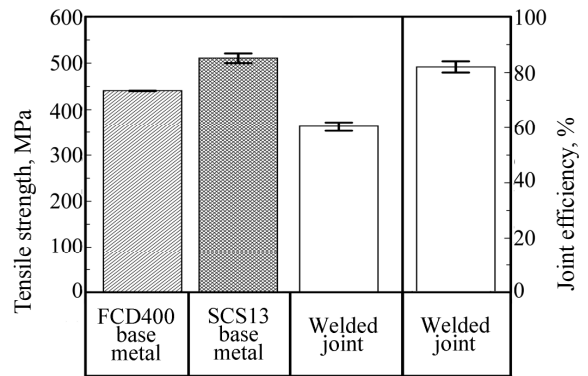


Fig.5 Tensile strength and joint efficiency of base metals and welded joints.

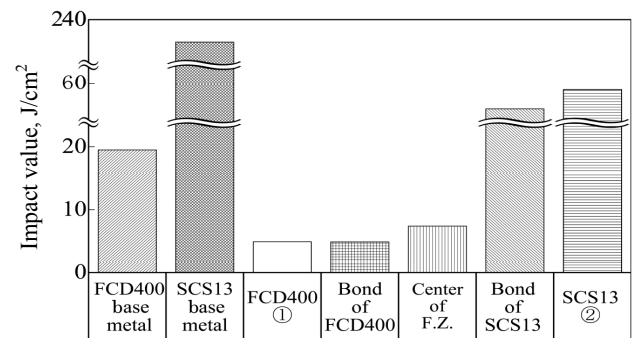


Fig.6 Impact value of base metals and welded joints.

Notes: 1) Testing temperature: 298K

2) ①: Impact position: center of fusion zone

3) ②: Impact position: 1.5mm distance from bond zone

4) F.Z.: Fusion zone

[2]川村法久, 藤田秀平, 柴田文男^他:「球状黒鉛鋳鉄とステンレス鋳鋼の溶接継手強度に及ぼす純Niインサート材の効果」, 第 57 回日本学術会議材料工学連合講演会講演論文集, 2013.