

K1-29

SUS310S インサート型電子ビーム溶接した球状黒鉛鑄鉄の強度特性
Strength Properties of SUS310S Insert-type Electron Beam Welded Spheroidal Graphite Cast Iron

○藤田秀平¹, 鈴木慎也², 清水亮介¹, 春山直也¹, 柴田文男³

*Shuhei Fujita¹, Shinya Suzuki², Ryosuke Shimizu¹, Naoya Haruyama¹ and Fumio Shibata³

Abstract: Electron beam welding was applied to I-type butt welding of FCD400 spheroidal graphite cast iron without preheating, using SUS310S as insert metal. The results obtained in this experimental investigation are summarized as follows,(1)The tensile strengths of the welded joints were 405~408MPa.(2)The average joint efficiencies of the spheroidal graphite cast iron to its base metal (441MPa) were 92%~93%.(3)The Impact values of the welded joints were 4.61~5.56J/cm².

1. 緒言

球状黒鉛鑄鉄は、鋼に匹敵する優れた機械的性質を有しており、近年鋼の代替材料として多用されている。しかし、球状黒鉛鑄鉄は多くの炭素を含むため、熔融凝固部に白銹化などが生じ、健全な溶接部を得ることは極めて困難である^[1]。そこで、球状黒鉛鑄鉄の電子ビーム溶接による構造溶接が可能になれば、工業界に寄与できると考える。

本報告では、FCD400 球状黒鉛鑄鉄のインサート型電子ビーム溶接を行い、溶接部の硬さ、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

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、FCD400 球状黒鉛鑄鉄を使用した。インサート材には、SUS310S オーステナイト系ステンレス鋼を使用した。母材の寸法は、t6×100×105mm とし、インサート材の寸法は、t0.5, t1.0, t1.5×6×100mm の 3 種類とした。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 2.0×10⁻²Pa, 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、SUS310S インサート型電子ビーム溶接を行った。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、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

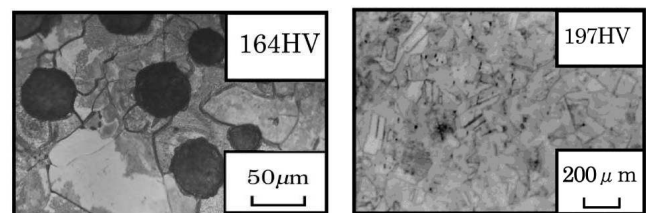
Table 1 Chemical compositions and mechanical properties of base metal and insert metal.

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	0.023	0.007	0.037	4.43	441	22
Insert metal	SUS310S	0.05	0.62	0.96	0.012	0.001	19.03	24.71	590	43

Notes:1)C.E.:Carbon equivalent

2)T.S.:Tensile strength

3)El.:Elongation



(a)FCD400(base metal) (b)SUS310S (insert metal)

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

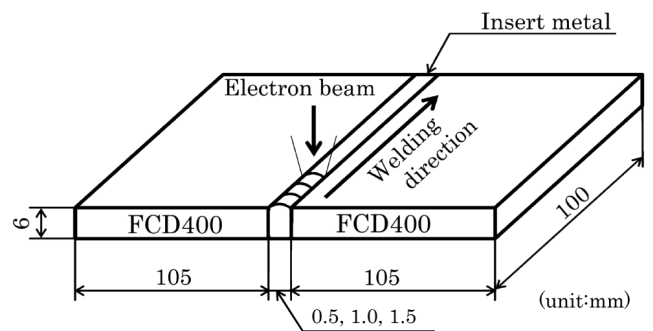


Fig.2 Joint configuration.

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静的及び動的強さなどについて調べた。

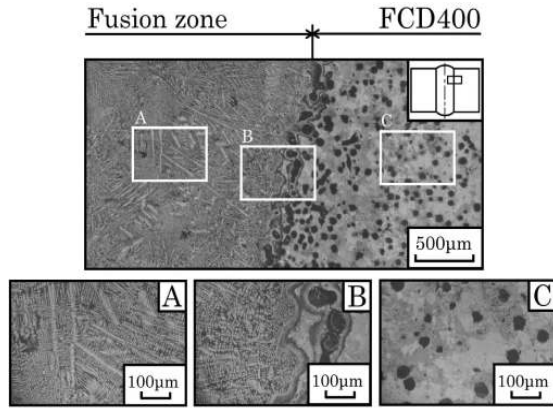


Fig.3 Microstructure of butt welds.
Note:Insert metal thickness;0.5mm

3. 実験結果

3.1 溶接部の性状

インサート厚 0.5mm の場合、溶接ビードに割れが認められた。インサート厚 1.0 及び 1.5mm の場合、割れは認められなかったが、一部ルート部に融合不良が認められた。Fig.3 にインサート厚 0.5mm の溶接部のミクロ組織を示す。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、溶接熱影響部に針状マルテンサイトやレデブライトが認められた。溶融凝固部の幅は、インサート厚が大となるに従って狭くなった。溶融凝固部の硬さは平均で、インサート厚 0.5mm の場合 669HV, 1.0mm の場合 357HV, 1.5mm の場合 363HV であった。また、熱影響部最高硬さはインサート厚 0.5mm の場合 644HV, 1.0mm の場合 986HV, 1.5mm の場合 869HV であった。

3.2 溶接継手の引張特性

Fig.4 に母材及び溶接継手の引張強さと継手効率を示す。平均引張強さは、インサート厚 0.5mm の場合 406MPa(1 本), 1.0mm の場合 405MPa(2 本)及び 1.5mm の場合 408MPa(2 本)を示した。この場合の母材の平均引張強さ 441MPa に対する平均継手効率は、それぞれインサート厚 0.5mm の場合 92%, 1.0mm の場合 92%及び 1.5mm の場合 93%を示し、良好な継手効率が得られた。

3.3 溶接継手の衝撃特性

Fig.5 に母材及び溶接継手の衝撃値を示す。衝撃試験温度は 298K 一定として行った。なお、溶接継手の場合は、打撃位置を溶融凝固部中央とした。母材の平均衝撃値は、19.5J/cm²(2 本)であった。一方、溶接継手の衝撃値は、インサート厚 0.5mm の場合 3.50~5.95J/cm²(2 本), 1.0mm の場合 4.61J/cm²(2 本)及び 1.5mm の場合 4.42~6.69J/cm²(2 本)で、その平均はインサート厚 0.5mm の場合 4.73 J/cm², 1.0mm の場合 4.61 J/cm² 及び 1.5mm の場合 5.56 J/cm² であった。

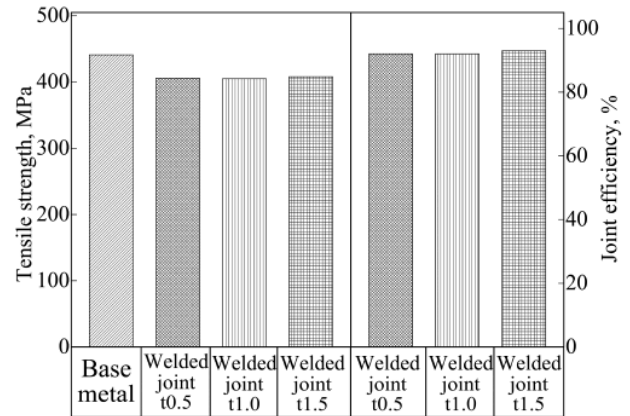


Fig.4 Tensile strength and joint efficiency of base metal and welded joints.

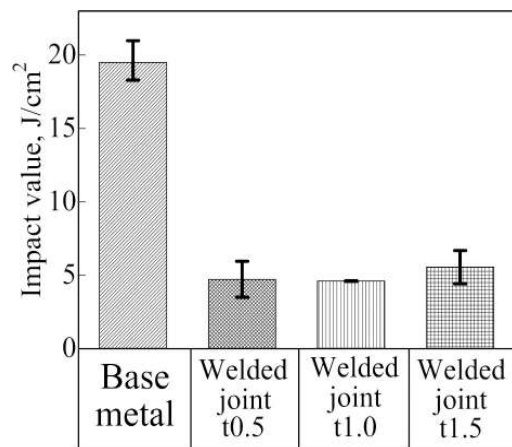


Fig.5 Impact value of base metal and welded joints.
Notes:Testing temperature;298K

4. 結言

SUS310S インサート型電子ビーム溶接においてインサート厚を種々変化して FCD400 球状黒鉛鋳鉄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デンドライトの様相を呈し、また熱影響部には針状マルテンサイトが認められた。
- (2) 溶接継手の引張強さはインサート厚 0.5~1.5mm の場合、405~408MPa を示し、その平均継手効率は 92~93% の優れた値が得られた。
- (3) 溶接継手の平均衝撃値はインサート厚 0.5~1.5mm の場合、4.61~5.56 J/cm² であった。

5. 謝辞

本研究の遂行に当たり、熱心に実験に協力いただいた平成 22 年度の卒研生の杉野陽亮君に深く感謝いたします。

6. 参考文献

- [1] 鈴木慎也, 関口信一, 柴田文男, 今井邦夫: 鑄造工学第 158 回全国講演大会, pp.92, 2011.