

K1-3

球状黒鉛鋳鉄と軟鋼の電子ビーム溶接における SUS310S インサート材の効果

Effects of SUS310S Insert Metal in Electron Beam Welding of Spheroidal Graphite Cast Iron to Mild Steel

○鈴木慎也¹, 杉野陽亮², 柴田文男³*Shinya Suzuki¹, Yosuke Sugino² and Fumio Shibata³

Abstract: Electron beam welding was applied to I-type butt welding of FCD400 spheroidal graphite cast iron to SS400 mild steel without preheating, using SUS310S stainless steel as insert metal. The results obtained in this experimental investigation are summarized as follows;(1)In the case of welded joints, mean 88% joint efficiency was obtained. (2)The fatigue limit of 250 MPa was seen of the above joints.

1. 緒言

球状黒鉛鋳鉄は、他の鋳鉄材料に比して強度や伸びなどの性質に優れ、鋼に匹敵する性能を有している。そのため、近年鋼の代替材料として多用されている。しかし、球状黒鉛鋳鉄は炭素量が多いため、健全な溶接部を得ることは極めて困難である。したがって、球状黒鉛鋳鉄と軟鋼の溶接性についても、その溶接の困難性から未検討の点が多く残されている^{[1], [2]}。

本報告では、インサート型電子ビーム溶接による球状黒鉛鋳鉄と軟鋼溶接継手の組織、硬さ、引張、衝撃及び疲労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

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。母材には、FCD400 球状黒鉛鋳鉄と SS400 軟鋼を使用した。インサート材には、SUS310S ステンレス鋼を使用した。母材の寸法は、 $t6 \times 100 \times 100$ mm とし、インサート材の寸法は、 $t0.5 \times 6 \times 100$ mm とした。母材の溶接前処理として、突合せ面をエメリー紙 (#1500) 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、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。また、EPMA によるビード横断面の面分析を行った。

さらに、材料試験として、マイクロビッカース硬さ

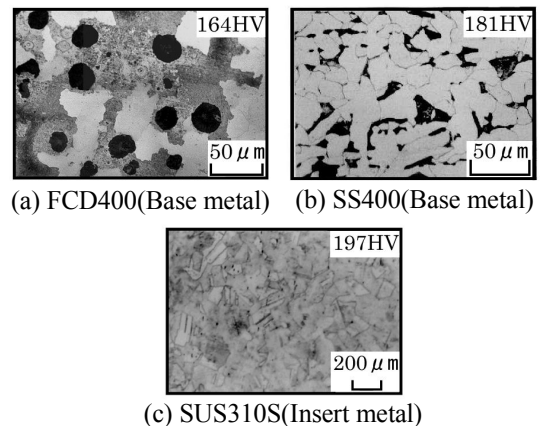


Fig.1 Microstructure and Vickers hardness of base metals and insert metal.

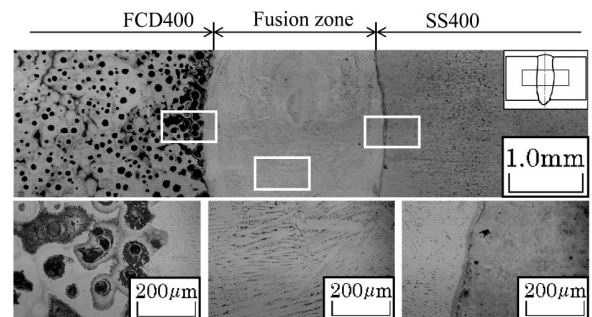


Fig.2 Microstructure of welds.

試験（硬さ記号:HV0.3）、継手引張試験（JIS5 号）、V ノッチシャルピー衝撃試験（JIS4 号サブサイズ）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

3.1 溶接部の組織と硬さ

溶接ビードにはピットなどの欠陥は認められなかったが、若干スパッタが認められた。Fig.2 に溶接部のマイクロ組織を示す。熔融凝固部の組織は、デンドライトでオーステナイト組織であった。熔融凝固部の硬さは、

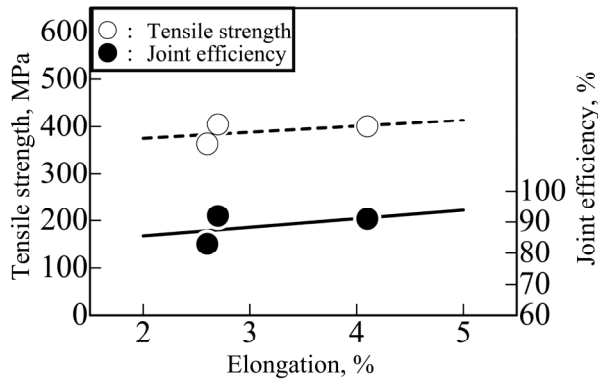


Fig.3 Relation between tensile strength, joint efficiency and elongation of welded joints.

228~391HV を示し、平均で 325HV であり、FCD400 母材に比して硬化した。また、最高硬さは FCD400 熱影響部で 502HV を示した。

3.2 溶接継手の引張特性

Fig.3 に溶接継手の引張強さ、継手効率及び伸びとの関係を示す。溶接継手の引張強さは、364~405MPa(3本)で、その平均は 390MPa であった。その場合の SS400 母材に対する継手効率は平均で 88% であった。また、溶接継手の伸びは、2.6~4.1% で、その平均は 3.1% であった。

3.3 溶接継手の衝撃特性

Fig.4 に母材及び溶接継手の衝撃値と試験温度との関係を示す。衝撃試験温度は母材及び溶接継手ともに 223~373K の範囲で行った。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。母材の衝撃値は、223~373K の範囲で、2.54~22.48J/cm² であった。一方、溶接継手の衝撃値は、試験温度 223~373K の範囲で 2.94~4.50J/cm² であり、試験温度のいかにかわらなずほぼ同様の値を示した。なお、FCD400 母材は試験温度 223~373K の範囲で遷移温度を示したが、溶接継手の場合は遷移温度は認められなかった。

3.4 溶接継手の疲労特性

Fig.5 に母材及び溶接継手の S-N 線図を示す。FCD400 母材の疲労限度は 235MPa であったが、溶接継手の疲労限度は 250MPa であった。溶接継手の場合、FCD400 母材の疲労限度よりも高かった。この場合の疲労限度比は、FCD400 母材で 0.52、溶接継手で 0.57 であった。

4. 結言

FCD400 球状黒鉛鋳鉄と SS400 軟鋼の SUS310S インサート型電子ビーム溶接を行い、溶接継手の諸性質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、オーステナイト組織であ

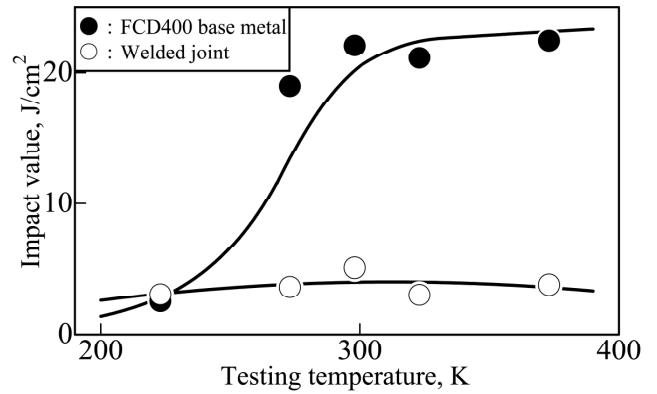


Fig.4 Relation between impact value and testing temperature of base metal and welded joints.

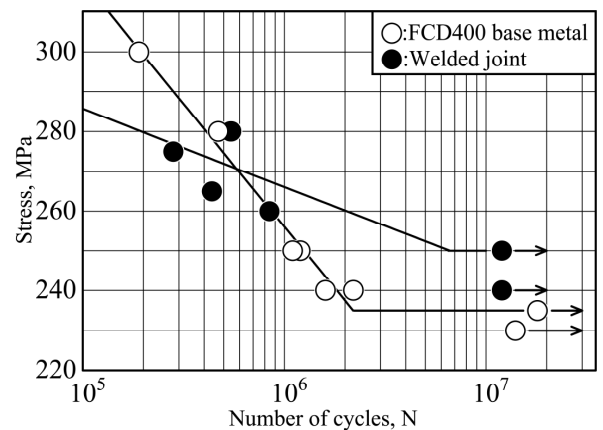


Fig.5 S-N curves of base metal and welded joints.

った。また、溶融凝固部の平均硬さは 325HV を示した。

(2) 溶接継手の引張強さは、平均で 390MPa を示し、両母材の引張強さより低下した。また、溶接継手の継手効率は平均で 88% であった。

(3) 溶接継手の衝撃値は、試験温度 223~373K の範囲で、2.94~4.50J/cm² を示し、FCD400 母材の衝撃値より著しく低下した。

(4) 溶接継手の疲労限度は、250MPa を示し、その疲労限度比は 0.57 であり、FCD400 母材の 0.52 より高かった。

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 21 年度の卒研生の清水和徳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: 鑄造工学第 157 回全国講演大会講演概要集, p.73, 2010
- [2] 鈴木慎也, 関口信一, 柴田文男: 第 54 回日本学術会議材料工学連合講演会, 2010