

K1-72

## TIG 溶接した FCD400 球状黒鉛鑄鉄の継手強度

### Joints strength of TIG Welded FCD400 Spheroidal Graphite Cast Iron

○齋藤祐貴<sup>1</sup>, 柴田大輔<sup>1</sup>, 吉野哲生<sup>1</sup>, 今井邦夫<sup>2</sup>, 柴田文男<sup>3</sup>  
 \*Yuuki Saitou<sup>1</sup>, Daisuke Shibata<sup>1</sup>, Tetsuo Yoshino<sup>1</sup>, Kunio Imai<sup>2</sup>, Fumio Shibata<sup>3</sup>

Abstract: TIG welding was applied to butt welding of FCD400 spheroidal graphite cast iron without preheating, using Fe-Ni base (DFC NiFe) as filler metal. The strength properties of as-welded joints were examined. The main results obtained are as follows. In the case of welded joints, mean 95% joint efficiency was obtained. As for the bead appearance, the surface bead and penetration bead were good bead.

#### 1. 緒言

球状黒鉛鑄鉄は、鑄鉄品の中でも極めて優れた機械的性質を有しており、現在他の鑄鉄品に代わってますますその使用範囲を拡大しつつある。しかし、球状黒鉛鑄鉄は難溶接性材料<sup>[1], [2]</sup>であり、溶接性を阻害する因子が著しく多く、溶接継手の強度については未検討の点が多く残されている。

そこで本報告では、TIG 溶接による FCD400 球状黒鉛鑄鉄の V 形突合せ溶接を行い、溶接部の欠陥の有無、組織、硬さ、引張及び衝撃特性などについて二、三検討した。

#### 2. 供試材料及び実験方法

Table 1 に母材(B.M.)及び溶加材(F.M.)の化学成分と機械的性質を示す。Fig.1 に母材及び溶加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。また、溶加材の寸法は、φ4×350mm である。溶接前処理として、母材をアセトン中で超音波洗浄した。

溶接装置は、インバータ制御交直両用 TIG 溶接機を使用した。溶接トーチは、トーチ走行装置に固定し、トーチ走行装置がレール上を走行することにより、溶接方向、アーク長及び溶接速度が一定となるように制御した。

溶接条件は、基礎実験の結果より、溶接電流 170A、溶接速度 100mm/min、シールドガス流量 10l/min(Ar) 及び溶接入熱は 20400J/cm とした。母材の突合せ面は、60°V 形に機械加工した。そして、治具で固定して片面 2 層 V 形溶接を行った。溶接終了後、溶接ビードの形状などを調べた。

溶接部の組織は、ビード横断面を切断し、ダイヤモンドラップ盤にて研磨後、溶接金属を塩化第二鉄塩酸水による電解腐食を行い、光学顕微鏡で観察した。

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

Materials	Chemical composition (mass%)								Mechanical properties	
	C	Si	Mn	P	S	Mg	C.E.	T.S. (MPa)	El. (%)	
B.M. FCD400	3.41	3.01	0.19	0.030	0.009	0.041	4.4	455	18	
F.M. DFCNiFe	0.99	0.28	1.90	0.007	0.002	54.3	-	520	11	

Notes: 1)B.M.:Base metal 2)F.M.:Filler metal  
 3)T.S.:Tensile strength 4)El.:Elongation  
 5)C.E.: Carbon equivalent

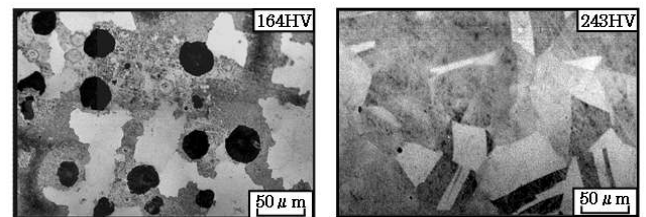


Fig.1 Microstructure and Vickers hardness of base metal and filler metal.

母材及び溶接継手の材料試験として、ビッカース硬さ試験(硬さ記号: HV0.3)、継手引張試験(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 溶接部の諸性質

溶接ビードの外観は、表面及び裏波ビードとも良好であった。Fig.2 に溶接部の硬さ分布を示す。溶接金属の硬さは、上部 365HV、中央部 280HV、下部 273HV であった。また、熱影響部最高硬さは、それぞれ上部

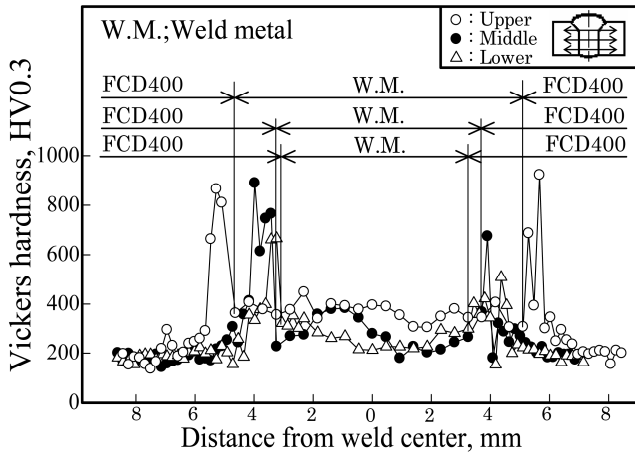


Fig.2 Vickers hardness distribution of FCD400 butt welds.

923HV, 中央部 890HV, 下部 660HV であった。

### 3.2 母材及び溶接継手の引張特性

Fig.3 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 423~439MPa であり, その平均引張強さは 430MPa であった。この場合の FCD400 母材の平均引張強さ 455MPa に対する平均継手効率は 95% であった。

Fig.4 に溶接継手の引張強さ及び継手効率と伸びとの関係を示す。溶接継手の伸びは 4.3~4.6% であった。

### 3.3 母材及び溶接継手の衝撃特性

Fig.5 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。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。溶接継手の場合は, 打撃位置は溶接金属中央とした。母材の衝撃値は, 2.54~22.48J/cm<sup>2</sup> であった。一方, 溶接継手の衝撃値は, 11.65~18.19 J/cm<sup>2</sup> であった。

## 4. 結言

TIG 溶接による 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) 溶接金属の平均硬さは, 上部 365HV, 中央部 280HV, 下部 273HV であった。また, 熱影響部最高硬さは, 上部 923HV, 中央部 890HV, 下部 660HV を示し FCD400 母材に比べて著しく硬化した。

(2) 溶接継手の平均引張強さは, 430MPa を示し, その平均継手効率は 95% であった。また, 溶接継手の伸びは平均で 4.4% であった。

(3) 溶接継手の衝撃値は, 11.65 J/cm<sup>2</sup>~18.19 J/cm<sup>2</sup> を示し, 最高衝撃値は, 298K の場合に 18.19 J/cm<sup>2</sup> であった。

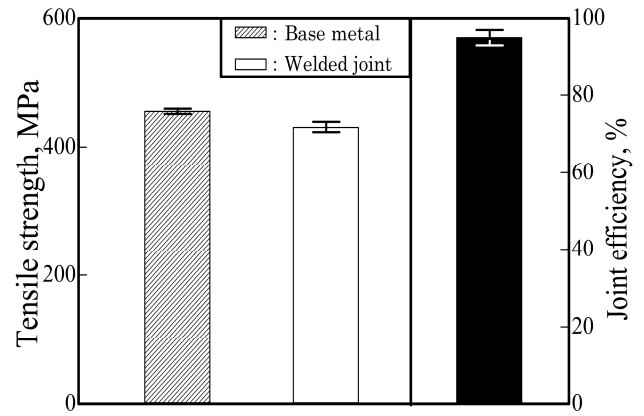


Fig.3 Tensile strength and joint efficiency of base metal and FCD400 welded joints.

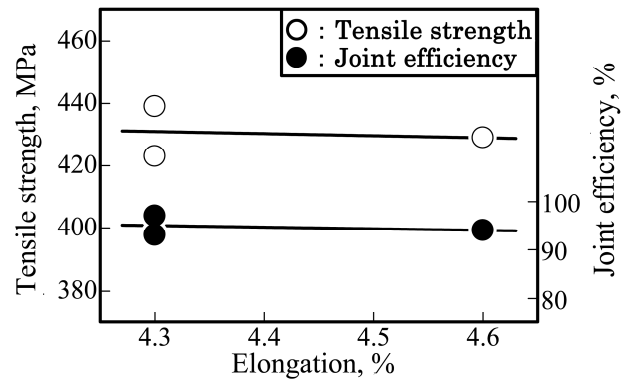


Fig.4 Relation between tensile strength, joint efficiency and elongation of FCD400 welded joints.

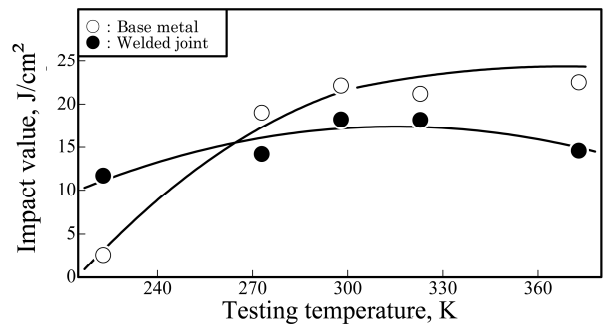


Fig.5 Relation between impact value and testing temperature of base metal and FCD 400 welded joints.

## 5. 謝辞

本研究の遂行に当たり, 熱心に実験に協力頂いた平成 21 年度卒研究生の島立雅也氏, 増田紘氏, 目崎康将氏に深く感謝致します。

## 参考文献

- [1] 田中真尚, 柴田文男<sub>他</sub>: 第 46 回日本大学理工学部学術講演会論文集, p. 868, 2002
- [2] 田中真尚, 柴田文男<sub>他</sub>: 日本鋳造工学会第 143 回全国講演大会, p.60, 2003