

K1-14

レーザ溶接したオーステンパ球状黒鉛鋳鉄の強度特性
Strength Characteristics of Laser Welded Austempered Spheroidal Graphite Cast Iron

○金子文平¹, 清水亮介¹, 柴田文男²

*Bunpei Kaneko¹, Ryosuke Shimizu¹ and Fumio Shibata²

Abstract: Laser welding was applied to I-type butt welding of austempered spheroidal graphite cast iron (ADI) without preheating, using SUS304 stainless steel as insert metal. The results were as follows. (1)The weld bead was observed of cracking and sputtering. (2)The microstructure of the fusion zone was dendrite. (3)The tensile strength of the welded joint was 652MPa, and the joint efficiency of ADI to its base metal (783MPa) was 83%. (4)The impact value of the fusion zone was 2.43J/cm².

1. 緒言

片状黒鉛鋳鉄は、耐摩耗性や減衰能などに優れているが、強度や靱性が極めて低い。高強度鋳鉄の開発が進んでいる今日、鋼に匹敵する球状黒鉛鋳鉄（以下、FCD と記す）が注目されている。特に近年は、さらに FCD をオーステンパ処理したオーステンパ球状黒鉛鋳鉄（以下、ADI と記す）の開発が著しく進んでいる。ADI は FCD よりも強度と靱性を兼ね備えた新しい鋳鉄系材料である^[1]。

本報告では、SUS304 インサート材を用いて ADI のレーザ溶接継手のビード外観、マイクロ組織、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マイクロ組織と硬さを示す。母材には ADI を使用し、その寸法は t6×100×100mm とした。インサート材には SUS304 を使用し、その寸法は t1.0×6×100mm とした。溶接前処理として、母材の表面、裏面及び突合せ面をエメリー紙 (#400) で研磨した。溶接装置は CO₂ ガスレーザ溶接機 (5kW 級) を使用した。Fig.2 にレーザ溶接の概略図を示す。溶接条件は、レーザ出力 5kW、溶接速度 500mm/min、焦点位置-2mm、シールドガス流量 30ℓ/min (He) 及び 10ℓ/min (Ar) とした。溶接入熱は 6000J/cm

である。溶接終了後、溶接ビードの外観検査を行った。各種材料試験片は溶接線に対して直角となるように機械加工した。溶接部の組織は、ビード横断面を切断・研磨後、10%クロム酸水溶液で電解腐食及び3%硝酸アルコール溶液で腐食し、光学顕微鏡で観察した。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）、引張試験（JIS14B 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、

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

Materials	Chemical composition [mass%]									T.S. [MPa]	El. [%]
	C	Si	Mn	P	S	Mg	Ni	Cr	C.E.		
Base metal ADI	3.64	2.59	0.25	0.017	0.009	0.05	-	-	4.50	783	2.26
Insert metal SUS304	0.06	0.55	0.97	0.032	0.002	-	8.05	18.22	-	643	63

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

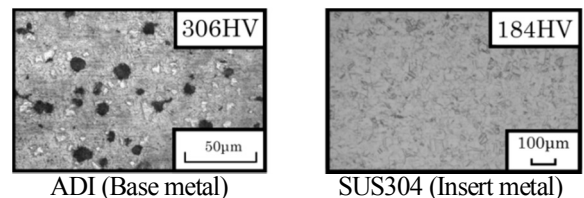


Fig.1 Microstructure and Vickers hardness of base metal and insert metal.

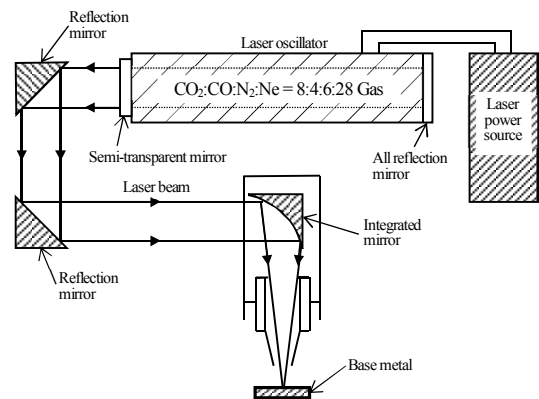


Fig.2 Schematic illustration of CO₂ laser welding machine.

溶接継手の強度などについて調べた。

3. 実験結果

3.1 溶接部のビード外観及びマイクロ組織

Fig.3 に溶接部のマイクロ組織を示す。溶接ビードにはスパッタや溶接割れが認められた。また、熔融凝固部はデンドライトの様相を呈していた。ボンド部近傍では、セメントタイトやマルテンサイトなどの硬化組織が認められ、複雑な混合組織の様相を呈していた。

1 : 日大理工・院 (前)・精機 2 : 日大理工・教員・精機

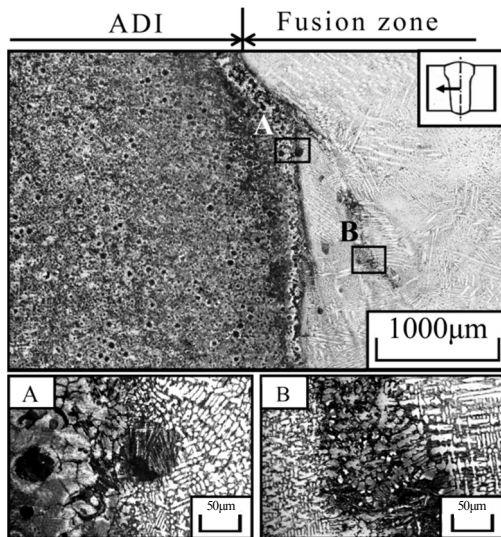


Fig.3 Microstructure of welds.

母材の熱影響部では、母材の基地組織であるベイナイトは認められなかった。

3.2 溶接部の硬さ

Fig.4 に溶接部の硬さ分布を示す。溶融凝固部の平均硬さは 764HV (13 点) を示し、母材の硬さ (306HV) に比して著しく硬化していた。また、熱影響部最高硬さは 1049HV であった。

3.3 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、652MPa を示し、この場合の母材 (783MPa) に対する継手効率は 83% であった。継手の伸びは 2.3% であり、母材の平均伸びに比して著しく低かった。また、引張試験片の破断位置はボンド部であった。

3.4 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 298K 一定で行った。溶接継手の衝撃値は、溶融凝固部中央では 2.43J/cm² を示し、ボンド部では 7.86J/cm² を示し、熱影響部では 5.95J/cm² であった。したがって、継手の衝撃値は、ボンド部、熱影響部及び溶融凝固部の順に減少する傾向を示した。

4. 結言

SUS304 インサート材を用いて ADI のレーザ溶接継手のビード外観、マイクロ組織、硬さ、引張及び衝撃特性などについて若干検討し、以下の結果を得た。

(1) 溶接ビードにはスパッタや割れなどが認められた。溶融凝固部は dendritic の様相を呈しており、ボンド部近傍では、セメンタイトやマルテンサイトなどの硬化組織が認められ、複雑な混合組織の様相を呈していた。

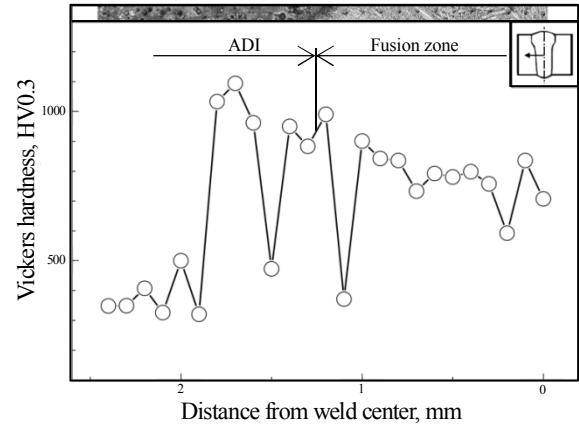


Fig.4 Vickers hardness distribution of welds.

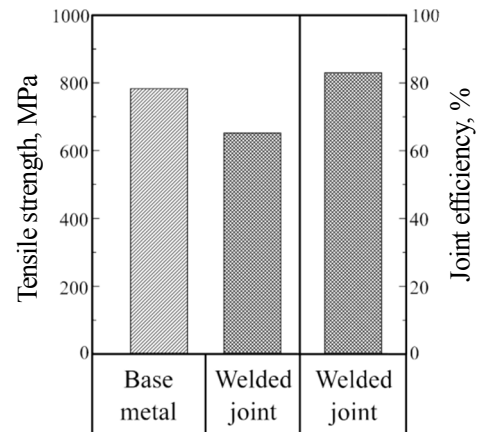


Fig.5 Tensile strength and joint efficiency of base metal and welded joint.

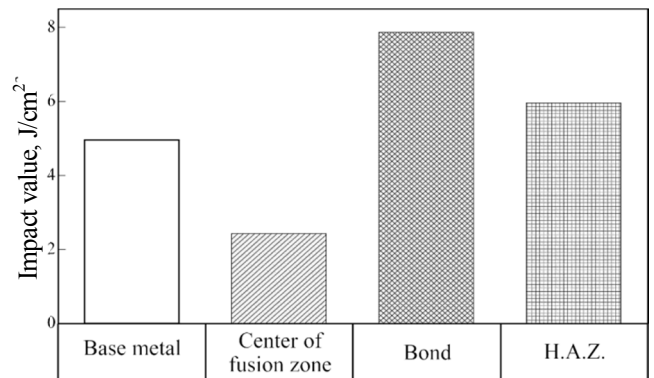


Fig.6 Impact value of base metal and welded joints.

Notes: 1) Testing temperature: 298K

2) H.A.Z.: Heat affected zone

(2) 溶融凝固部の平均硬さは 764HV を示し、母材に比して著しく硬化していた。

(3) 溶接継手の引張強さは 652MPa を示し、その継手効率は 83% であった。

(4) 溶接継手の衝撃値は、溶融凝固部中央で 2.43J/cm²、ボンド部で 7.86J/cm²、熱影響部で 5.95J/cm² であった。

5. 参考文献

[1] 金子文平, 清水亮介, 柴田文男, 高橋博正: 「オーステンパ球状黒鉛鉄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.