

K1-16

TIG 溶接したねずみ鑄鉄の溶接性 Weldability of TIG Welded Gray Cast Iron

○野秋慎¹, 金森直人², 川又真紀², 今井邦夫³, 柴田文男⁴

*Shin noaki¹, Naoto kanamori², Masanori kawamata², Kunio imai³ and Fumio shibata⁴

Abstract: TIG welding was applied to butt welding of FC300 gray cast iron without preheating, using Fe-Ni(DFC NiFe) as filler metal. In the tensile tests welded joint, mainly tested joints were fractured from the heat affected zone. The joint efficiency was 81% for the tensile strength of the base metal(309MPa). In the fatigue tests welded joint, mainly tested joints were fractured from the base metal zone under repeated stress, above 150MPa. The fatigue limit of welded joints was 144MPa.

1. 緒言

近年、鑄鉄系材料の中でもねずみ鑄鉄の生産量は著しく多く、各種工業機械の主力材料として広く使用されている。一方、ねずみ鑄鉄の溶融溶接に関しては、いくつかの報告^{[1]・[2]}があるが、いずれも鑄鉄溶接部の欠陥防止などを対象としており、溶接継手の強度が要求される組立て溶接に関する報告は極めて少ない。

そこで本報告では、ねずみ鑄鉄を V 形に突合せて TIG 溶接を行い、溶接部の組織観察、硬さ測定、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

Table1 に母材及び溶加材の化学成分と機械的性質を示す。母材には FC300 相当のねずみ鑄鉄を使用した。溶加材には DFCNiFe を使用した。

Fig.1 に母材及び溶加材のミクロ組織と硬さを示す。溶接前処理として、母材及び溶加材をアセトン中で洗浄した。溶接条件は、溶接電流 150A、溶接電圧 20V、溶接速度 110mm/min 及びガス流量 10l/min (Ar) とした。その場合溶接入熱は 16364J/cm である。母材の寸法は、t6×100×100mm とした。また、溶加材の寸法は、φ4.0×350mm である。母材の突合せ面は、60°V 形開先、ルート面高さ及びルート間隔を 1mm とした。溶接に際し、治具で軽く固定し、片面 2 層 V 形溶接を行った。溶接終了後、試験片は溶接線に対して直角に採取し、機械加工を行った。

溶接部の組織は、ビード横断面を切断・研磨後、熱影響部及び母材部を 3%ニタル、溶接金属を 10%クロム酸水溶液にて腐食を行い、光学顕微鏡で観察した。

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: HV 0.3)、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。

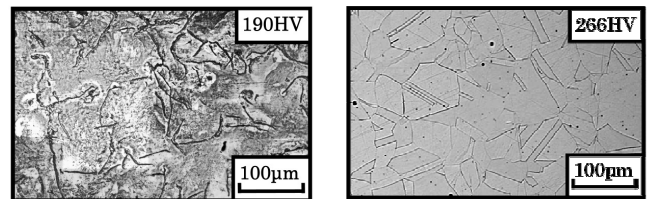
Table 1 Chemical compositions and mechanical properties of base metal and filler metal.

| Materials | | Chemical composition (mass%) | | | | | | | Mechanical properties | |
|--------------|----------|------------------------------|------|------|-------|-------|------|------|-----------------------|---------|
| | | C | Si | Mn | P | S | Ni | C.E. | T.S. (MPa) | El. (%) |
| Base metal | FC300 | 2.82 | 1.72 | 1.42 | 0.041 | 0.082 | - | 3.41 | 309 | 0.9 |
| Filler metal | DFC NiFe | 1.15 | 0.31 | 1.96 | 0.004 | 0.001 | 54.8 | - | 520 | - |

Notes: 1) C.E.:Carbon equivalent

2) T.S.:Tensile strength

3) El. :Elongation



FC300(Base metal)

DFC NiFe(Filler metal)

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

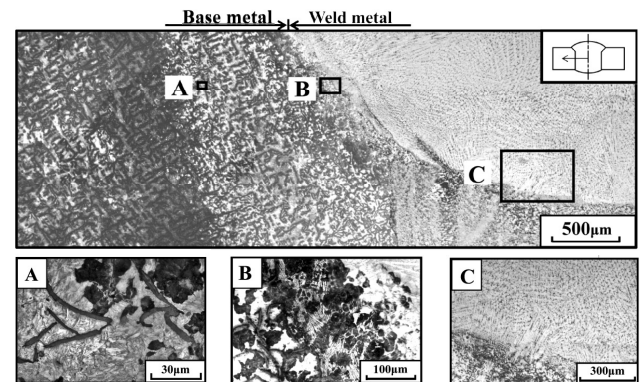


Fig.2 Microstructure of welds.

3. 実験結果

3.1 溶接部の組織と硬さ

Fig.2 に溶接部のミクロ組織を示す。溶接金属の組織は、デンドライト及びセルデンドライトの様相を呈していた。また、急熱・急冷により熱影響部には針状マルテンサイトが認められた。

1: 日大理工・院・(前)・精機 2: 日大理工・学部・精機 3: 日大短大・教員・基礎 4: 日大理工・教員・精機

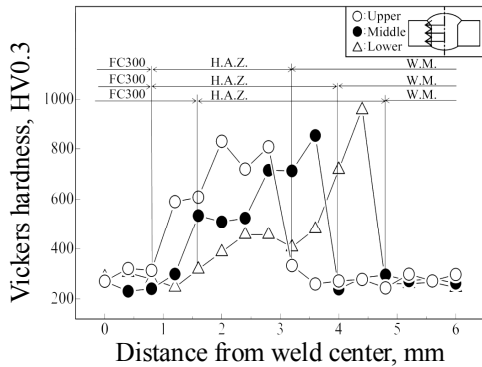


Fig.3 Vickers hardness distribution of welds.

Notes: 1) H.A.Z.:Heat affected zone 2) W.M.:Weld metal

Fig.3 に溶接部の硬さ分布を示す. 溶接金属の平均硬さは、ビード上部 298HV, 中央部 267HV 及び下部 277HV を示した. 一方, 熱影響部最高硬さは, 上部 826HV, 中央部 905HV 及び 下部 958HV を示し, 硬さの上昇が認められた.

3.2 母材及び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. 溶接継手の引張強さは, 241~261MPa(4本)を示し, その平均は 249MPa であった. 母材の平均引張強さ(309MPa)に対する平均継手効率は, 81%であった. 試験片の破断位置は, 4本中3本が熱影響部で破断し, 1本が母材部から破断した.

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を示す. 母材及び溶接継手の衝撃試験温度は, 298K 一定として行った. なお, 溶接継手の場合, 打撃位置は溶接金属中央部及び熱影響部の 2ヶ所とした. 溶接継手の平均衝撃値は, 溶接金属中央部で 4.72J/cm²(3本)を示し, 母材の平均衝撃値 3.69J/cm²(3本)に比して上昇した. また, 熱影響部の平均衝撃値は, 2.04J/cm²(3本)を示した.

3.4 母材及び溶接継手の疲労特性

Fig.6 に母材及び溶接継手の S-N 線図を示す. 溶接継手の疲労限度は 144MPa を示し, 溶接前の母材の 109MPa に比して上昇した. 疲労限度比は, 母材で 0.35, 溶接継手で 0.58 であった. なお, 溶接継手の破断は, 繰返し応力 150MPa 以上で主に母材部から生じた.

4. 結言

TIG 溶接したねずみ鋳鉄溶接部の継手強度などについて若干検討し, 次の結果を得た.

(1) 溶接金属の組織は, デンドライトの様相を呈していた. また, 熱影響部には針状マルテンサイトが認められた.

溶接金属の平均硬さは, ビード上部 298HV, 中央部 267HV 及び下部 277HV を示した. 熱影響部最高硬さは, 上部 826HV, 中央部 905HV 及び 下部 958HV を示した.

(2) 溶接継手の引張強さは, 241MPa~261MPa を示し, その平均は 249MPa であった.

(3) 溶接継手の平均衝撃値は, 溶接金属中央部で 4.72 J/cm² を示し, 熱影響部の場合 2.04 J/cm² を示した.

(4) 溶接継手の疲労限度(144MPa)は, 溶接前の母材 (109MPa) に比して 35MPa 上昇した.

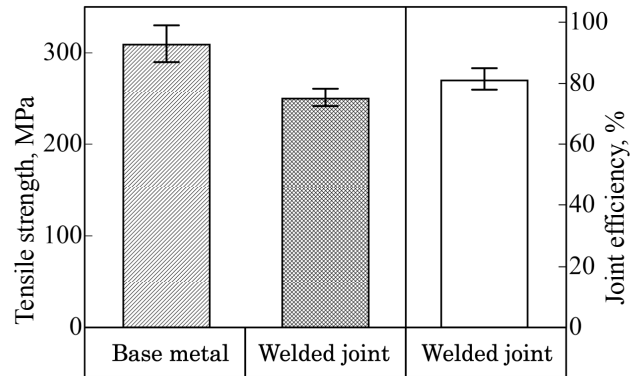


Fig.4 Tensile strength and joint efficiency of base metal and welded joints.

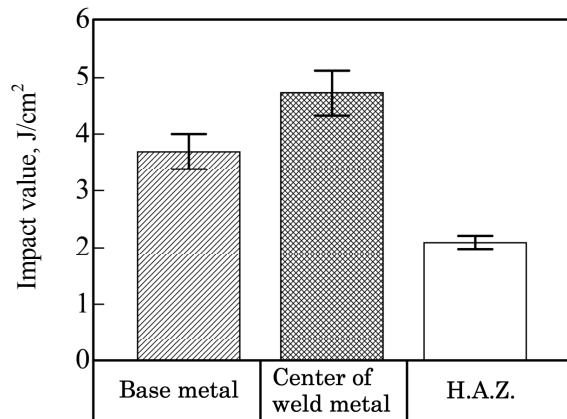


Fig.5 Impact value of base metal and welded joints.

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

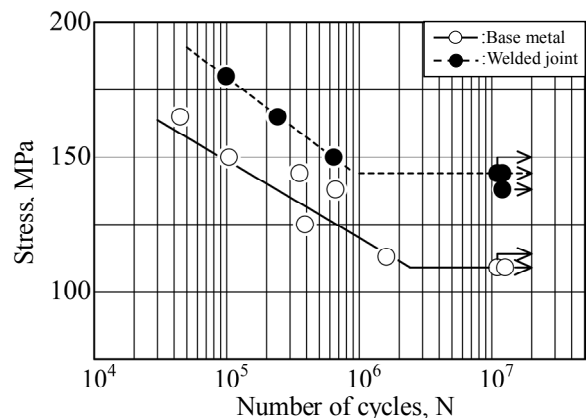


Fig.6 S-N curves of base metal and welded joints.

5. 参考文献

- [1] 野秋慎, 柴田文男, 今井邦夫他: 「TIG 溶接したねずみ鋳鉄の強度特性」 第 61 期日本材料学会学術講演会講演論文集, pp.305-306, 2012.
- [2] 野秋慎, 柴田文男, 今井邦夫他: 「TIG 溶接したねずみ鋳鉄の引張及び衝撃特性」 第 56 回日本学術会議材料工学連合講演会講演論文集, pp.215-216, 2012.
- [3] 野秋慎, 阿河次郎, 柴田文男, 今井邦夫: 「TIG 溶接したねずみ鋳鉄の溶接継手強度」 第 57 回日本学術会議材料工学連合講演会講演論文集, 2013.