

日本大学短期大学部
日本大学大学院理工

正 柴田 文男
学 ○宮田 知典

1. 緒言

ねずみ鋳鉄および球状黒鉛鋳鉄は、諸種の優れた特性を有しているが、高炭素含有などのため極めて溶接性が悪く、溶接部に割れと気孔が発生しやすい。したがって、その溶接の困難性からねずみ鋳鉄と球状黒鉛鋳鉄の溶融溶接性に関する研究報告はほとんど見当たらない。本報告では、電子ビーム溶接によるねずみ鋳鉄と球状黒鉛鋳鉄との突合せ溶接（以下直接溶接と記す）を行った場合の、溶接欠陥の発生状態を調べた。また、溶接欠陥の防止法として両母材のI型突合せ面に、インサート材（SUS304）を用いてI型突合せ溶接を行い、溶接継手の強度などについて二、三検討した。

2. 供試材および実験方法

Table 1 に母材およびインサート材の化学成分と機械的性質を示す。母材には、FC250相当のねずみ鋳鉄とFCD500相当の球状黒鉛鋳鉄を用いた。また、インサート材には、オーステナイト系ステンレス鋼SUS304を用いた。母材の寸法は、t18×100×100mmとし、インサート材の寸法は、t0.5×18×100mmとした。なお、母材にビーム偏向が生じないように、溶接前処理として脱磁を行った。前処理後、両母材をI型に突合せて治具で軽く固定して2パス溶接を行った。溶接装置は、6kW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 1.33×10^{-2} Pa, ab値0.9, 溶接入熱4.5kJ/cmおよび4.8kJ/cmとした。溶接終了後、各試験片は溶接線に対して直角に、溶接部が試験片中央に位置するように採取した。材料試験として、ビッカース硬さ試験、継手引張試験を実施した。また、溶接部の組織観察は光学顕微鏡を用い、継手の破面観察は走査型電子顕微鏡を用いた。

3. 実験結果

3.1 直接溶接した溶接部のマイクロ組織と硬さ分布

Fig. 1 に直接溶接した溶接部のマイクロ組織を示す。溶融凝固部の組織は、白鉄組織を呈し、割れやポロシティが著しく認められた。一方、熱影響部にはマルテンサイトの生成が認められた。

Fig. 2 に直接溶接した溶接部の硬さ分布を示す。溶融凝固部の平均硬さは、864HVを示した。一方、熱影響部の最高硬さは、FC250側で820HVで、FCD500側で859HVとなり、溶融凝固部とほぼ同様な値を示した。

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

Materials		Chemical composition (wt. %)								Mechanical properties		
		C	Si	Mn	P	S	Mg	Ni	Cr	C.E.	T.S. (MPa)	El. (%)
Base metal	FC250	3.10	2.10	0.53	0.026	0.017	—	—	—	3.8	250	1
	FCD500	3.42	2.98	0.42	0.040	0.010	0.040	—	—	4.41	487	12
Insert metal	SUS304	0.06	0.41	1.19	0.034	0.009	—	8.30	18.05	—	592	69

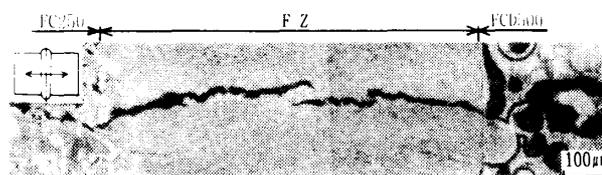


Fig. 1 Microstructure of butt welds

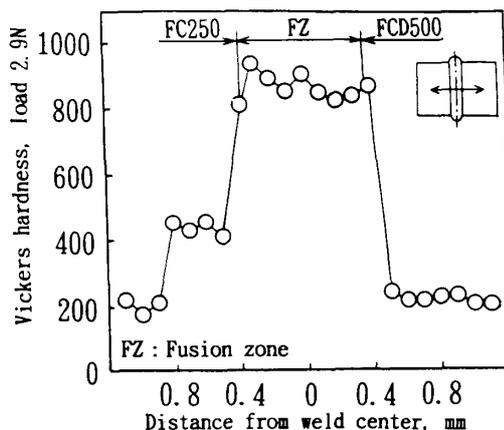


Fig. 2 Vickers hardness distribution of butt welds

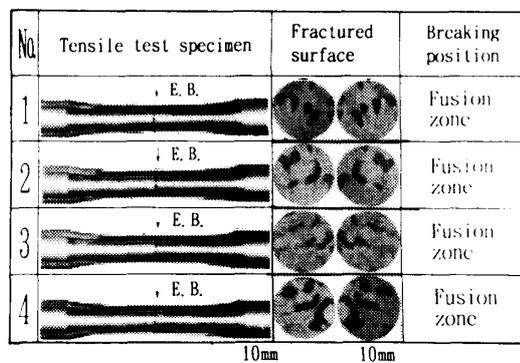


Fig. 3 Test specimen after tensile test, fractured surface and breaking position by butt welding

3.2 直接溶接した溶接継手の引張特性

直接溶接した溶接継手の平均引張強さは、96MPaとなり、FC250の母材に対する平均継手効率率は38%であった。また、平均伸びは1.2%であった。破断は、すべて溶融凝固部であり、破面にはポロシティが著しく認められた。なお、破面のポロシティ面積率は試験片4本の平均で18%であり、ポロシティ面積率の増大に伴い、引張強さの低下が認められた。Fig. 3にその場合の引張破面のマクロ組織を示す。

3.3 SUS304溶接部のマイクロ組織と硬さ分布

Fig. 4にSUS304溶接部のマイクロ組織を示す。溶融凝固部中央の組織は、セルデンライトの様相を呈していた。また、溶融凝固部中央における化学成分の分析値から、そのマイクロ組織をシェフラー組織図より求めると、オーステナイトであった。なお、両母材の熱影響部の組織は、直接溶接の場合と同様に急熱・急冷の熱サイクルを受けることによって、マルテンサイトの生成が認められた。

次に、溶融凝固部の平均硬さは414HVであり、直接溶接の場合より著しく硬さの低下が認められた。また、熱影響部の最高硬さは、FC250側で836HVで、FCD500側で942HVと直接溶接の場合と同様に著しく硬さの上昇が認められた。

Fig. 5に溶融凝固部の上部から下部における硬さと溶融幅との関係を示す。この場合の硬さは、溶融幅が0.88mm以上の場合に平均で約432HVを示し、また溶融幅が0.7mm前後において平均で約264HVであった。

3.4 SUS304溶接継手の引張特性

Fig. 6にSUS304溶接継手の引張強さおよび継手効率と伸びとの関係を示す。SUS304溶接継手の平均引張強さは、226MPaとなり、FC250の母材に対する平均継手効率は90%であった。また、平均伸びは1.5%であった。破断は、すべてFC250のボンド部近傍であり、破面にはほとんど欠陥などは認められず、正常なマクロ破面を呈していた。

4. 結言

(1) 直接溶接の場合は、溶接部が著しく硬度上昇を生じ、かつ割れやポロシティが顕著に発生し、良好な継手性能は得られなかった。

(2) SUS304溶融凝固部の平均硬さは、直接溶接の場合より著しく低下した。また、溶融凝固部の上部から下部の硬さは、溶融幅が小となるにしたがい低くなる傾向を示した。

(3) SUS304溶接継手の平均引張強さは、226MPaを示し、その場合の平均継手効率は90%と優れた継手性能を示した。

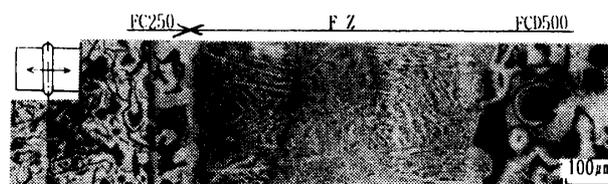


Fig. 4 Microstructure of SUS304 insert-type welds

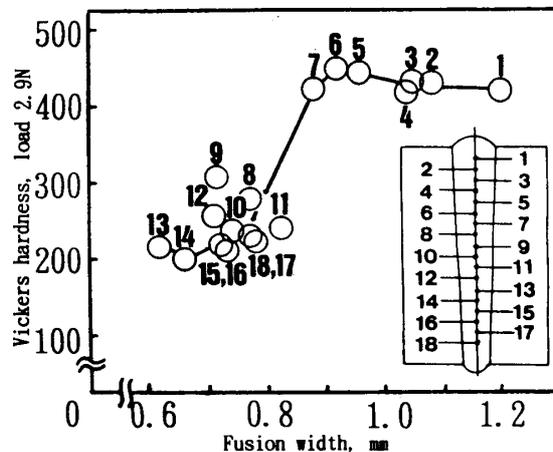


Fig. 5 Relation between Vickers hardness and fusion width of SUS304 insert-type welds

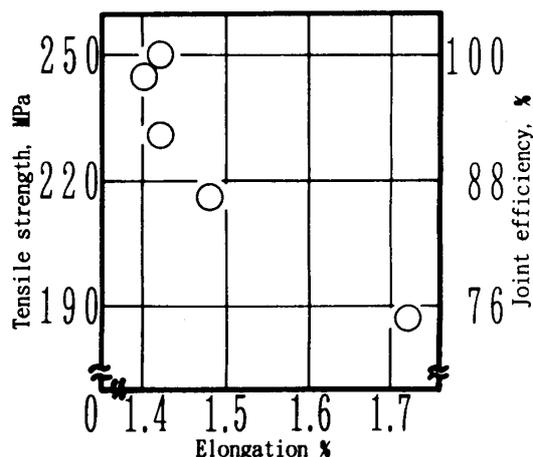


Fig. 6 Relation between tensile strength, joint efficiency and elongation by SUS304 insert-type welding

(4) SUS304インサート材を用いたI型突合せ溶接の場合は、溶接欠陥の防止が可能であり、直接溶接の場合より優れた継手性能を示した。

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7年度日本大学理工学部精密機械工学科の卒業研究生の梅田 宣武君（現在(株)セイシン企業）、越智 要君（現在(株)アムコ）、中張 宏君（現在(株)チサキ）に深く感謝いたします。さらに、実験材料や測定装置など各方面にわたって御支援頂いた東成エレクトロビーム(株)、自動車铸件(株)、(株)日鐵テクノリサーチ並びに本学理工学研究所機械実習所の関係各位に厚く御礼申し上げます。