

ティグ溶接および摩擦攪拌プロセスによる鋳鉄の接合特性

日大生産工(院) ○畠山 敬大 千葉県産技研 篠田 清
日大生産工(非常勤) 長谷川 利之 日大生産工 大久保 通則

1. 諸言

鋳鉄は古くから使用されている材料の一つである。片状黒鉛鋳鉄は安価でありリサイクル性も高く、また、黒鉛形状を球状化することにより伸びや強度を上昇させた球状黒鉛鋳鉄も多く使用されている。

しかし、溶接性の観点からみると鋳鉄は難溶接材料として代表的なもののひとつである。その原因としては溶接金属割れ、および熱影響部のチル化であり、通常鋳鉄の溶接を行う際は予熱やNiを含んだ溶加材を用いて接合を行っている。

本研究ではNi量の異なる溶加材を使用したティグ溶接、また、近年新たな接合法として注目されている摩擦攪拌プロセスを片状・球状黒鉛鋳鉄に対して適用し、主として組織観察・EPMAにより接合部における溶接欠陥の挙動を調査した。

2. 供試材

供試材として片状黒鉛鋳鉄FC350、球状黒鉛鋳鉄FCD450を使用した。それぞれの化学組成をTable1に示す。供試材寸法はティグ溶接実験の場合は厚さ10mm、幅39mm、長さ100mmとし、60°V形開先となるよう機械加工した。接合摩擦攪拌プロセス実験の場合は厚さ3mm、幅17mm、長さ50mmとした。

Table 1 Chemical compositions of FC350 and FCD450.

Material	Elements (mass%)				
	C	Si	Mn	P	S
FC350	2.92	1.54	0.71	0.017	0.093
FCD450	3.74	2.64	0.31	0.013	0.006

3. 実験方法

3.1 ティグ溶接実験

接合方法は60° V形開先の突合せ接合とし、溶加材として被覆を取り除いたφ2.6mmの鋳鉄用溶接棒であるFe-Ni基のDFC_{Ni}Fe、Ni基のDFC_{Ni}と、ステンレス鋼SUS304の板材(厚さ1mm)を幅2.5mmに加工したものを使用した。

また、シールドガスはArガスを20l/min、溶接速度は50mm/minとした。

3.2 摩擦攪拌プロセス実験

摩擦攪拌プロセスを用いた実験では突合せ接合とせず、ビードオンプレートとした。使用したツールはショルダ部がφ10mm、φ4×2mmのプロブを有し、回転数は1100rpm、ツール傾斜角は5°、送り速度を10mm/minとした。

4. 実験結果および考察

Fig. 1にティグ溶接による球状黒鉛鋳鉄FCD450の接合部、Fig. 2にティグ溶接による片状黒鉛鋳鉄の接合部組織、また、Fig. 3に摩擦攪拌プロセスによる片状黒鉛鋳鉄の攪拌部組織を示す。ただし、ティグ溶接において使用した溶加材はSUS304である。ティグ溶接による球状黒鉛鋳鉄の接合部にはブローホールは確認されなかったが、片状黒鉛鋳鉄の接合部には多くのブローホールが確認された。これより、片状黒鉛鋳鉄はブローホールを発生させるようなガス成分を比較的多く含有していると推察される。また、摩擦攪拌プロセスによる攪拌部の欠陥は確認されなかった。

各種溶加材を使用した場合の片状黒鉛鋳鉄の接合におけるブローホール発生量を比較すると、Fig. 4に示すようにNi含有量が増加するほどブローホール発生量が増加するという傾向が得られた。

溶加材としてDFC_{Ni}Feを用いたティグ溶接によるFC350の接合部溶接金属中に存在するブローホール近傍のEPMA面分析結果をFig. 5～7に示す。Fig. 5は電子像であり、Fig. 6はO、Fig. 7はNを表示させたものである。Fig. 6より、ブローホール内部にOが検出されたため、その内壁には酸化物が多く生成されていることを示している。このことから、ブローホールはOが起因となっていると推察される。

Joining Properties of Cast Iron by GTA Welding and Friction Stir Process

Keita HATAKEYAMA, Kiyoshi SHINODA, Toshiyuki H, ASEGAWA and Michinori OKUBO

しかし、溶加材中のNi量が増加するとブローホール発生量は増加傾向にある。Fig. 7のEPMA結果より、ブローホール中のN検出量は少ないため、溶接金属は窒化物を多く生成しない傾向があると考えられる。これは、酸化物・窒化物の標準生成エネルギー線図からみても¹⁾、溶加材および铸铁含有成分との窒化物は生成し難いことは明らかである。そのため、溶融金属中のNが過飽和状態となりガスとして残存し、凝固後にブローホールとして残留したと推察される。このことから、溶加材含有Ni量が増加すると割れ抑制には有効であるが、ブローホール発生量が増加してしまう傾向があることが示唆された。

5. 結言

ティグ溶接および摩擦攪拌プロセスによる各種铸铁への接合実験により次のことが明らかとなった。

- 1) 片状黒鉛铸铁は球状黒鉛铸铁に比べブローホールが多く発生する傾向がある。
- 2) 溶加材中のNi量が増加するとブローホール発生量が増加する傾向がある。
- 3) 摩擦攪拌プロセスによる接合ではブローホールは観察されず、铸铁の接合法として有望となり得るものと思われる。

参考文献

- 1) 藤井 信之, 本多 弘範, 深瀬 敦史, 安田 克彦, 各種溶接法による球状黒鉛铸铁溶接部の強度特性の比較, 溶接学会論文集, Vol. 25, No. 2, (2007), 261-267
- 2) 社団法人 日本金属学会, 金属データブック, (2004), 106, 108

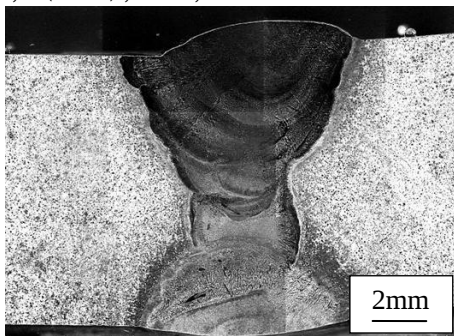


Fig.1 Microstructure of FCD450 by GTA.

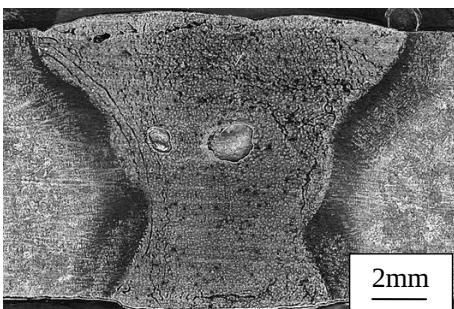


Fig.2 Microstructure of FC350 by GTA.

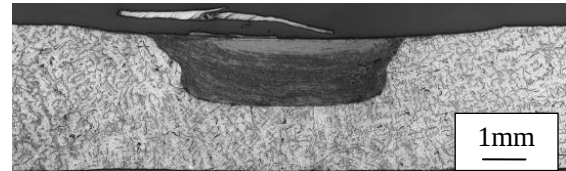


Fig.3 Microstructure of FC350 by FSP.

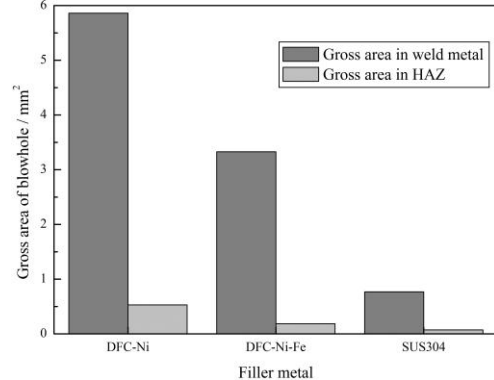


Fig.4 Gross area of blowhole by GTA.

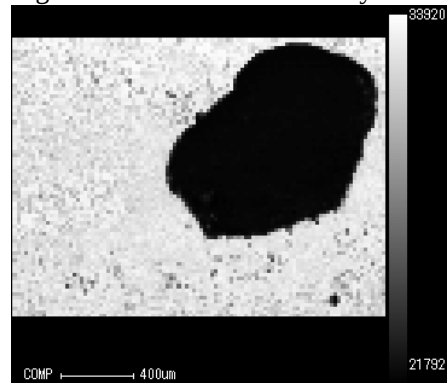


Fig.5 SEI of blowhole.

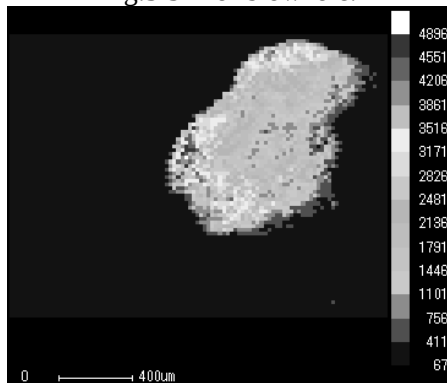


Fig.6 EPMA result of O in blowhole.

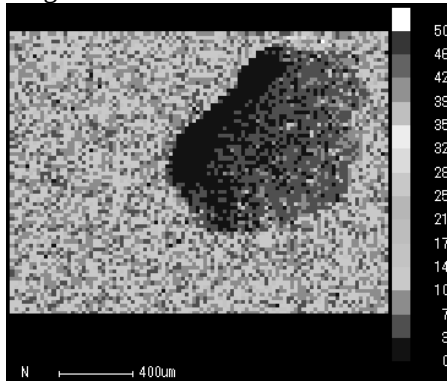


Fig.7 EPMA result of N in blowhole.