

## 鋳鉄と鋼材の電子ビーム溶接

近畿大学○旗手 稔、塩田 俊雄

大阪大学 阿部 信行

コマツ 福島 弘一郎、田中 俊夫

### Electron Beam Welding of Cast Iron and Steel

by Minoru HATATE, Toshio SHIOTA, Nobuyuki ABE,

Kouichiro FUKUSHIMA and Toshio TANAKA

#### 1. 緒言

鋳鉄は鋳造技術によって溶製されるため、形状に制約を受けない特徴を持つので広く構造部材に適用されているが、最近では設計要求として鋼材などの異種材料との接合による部材のコンパクト化が課題となっている。しかし、鋳鉄は難溶接材として知られており、溶接時の再溶融に伴う急冷凝固によるセメンタイト化を回避しなければならない。この問題を解決するために、溶射皮膜を介した固相接合法、インサート材を介した溶接法、溶接材を工夫した溶接法などが研究されているが、まだ検討段階のものが多い。

そこで、本研究では被溶接材の熱影響が小さく、かつ高エネルギー密度熱源ビームの得られる電子ビーム溶接法を適用して鉄系鋳造材に電子ビームを照射して、まず基本的な溶接性を把握した。そして、大過冷が伴う凝固条件でもセメンタイト化しない高Ni鋳鉄をインサートして球状黒鉛鋳鉄と鋼材の電子ビーム接合を行い、両材料を市販のFe-Ni合金ワイヤーでMAG溶接した場合と比較した。

#### 2. 実験方法

鉄系鋳造材の電子ビーム溶接した場合における基本的条件を把握するために、板厚15mmの球状黒鉛鋳鉄(FCD450)と1% Mn 鋳鋼(SCMn2H)を使用し、溶接条件は約5 Paの圧力中で加速電圧70kV、ビーム電流120mA、溶接速度10mm/sとして、ab値(ビーム焦点の指標)を変化させて、溶接入熱を変化させた。FCD450と鋼材(SS400)の電子ビーム溶接では、1mm厚の35% Niを含有する球状黒鉛鋳鉄をインサートして行った。また、板厚12mmのFCD450とSS400をFe-50% Ni合金ワイヤーによるMAG溶接を行い、溶接条件は溶接電圧40Vで、溶接電流300Aと305Aでそれぞれ2層盛りし、SS400に開先角度を45度を付けてルートギャップを3mmで裏当て材を介し、シールドガスにCO<sub>2</sub>を流入させて行った。なお、溶接後のビード断面における組織と硬さ分布及び接合引張強度などを調査した。

#### 3. 実験結果及び考察

電子ビームを照射したビード断面の形状は、FCD450とSCMn2Hとは相違していた。試料表面にビームが照射されると、FCD450はあまり広がらずに深さ方向

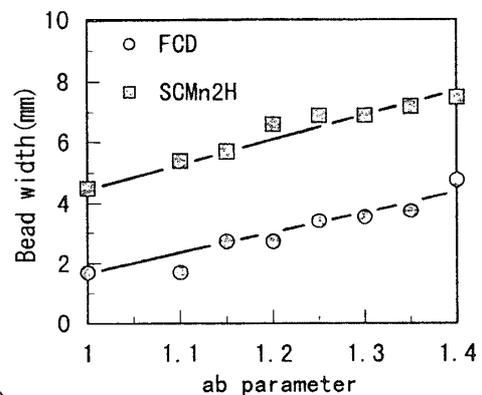


Fig.1 Relation of ab parameter with bead width

へビームは抜けやすいが、SCMn2Hはある程度表面でビームが広がりながら深さ方向へ抜け、 $ab$  値が大きくなるに従って、この傾向が著しくなる。この様子を Fig. 1 に、電子ビームの照射表面におけるビード幅と  $ab$  値との関係で示す。この図に示すように、同じ入熱条件で熱影響が試料によって異なるのは、FCD450の方がSCMn2Hより熱伝導率が低いことに起因すると考えられる。 $ab$  値が1より大きくなると、ビームの焦点は試料の内部となるため、特に  $ab$  値が1.2より大きくなると、照射面の上部に凹部が残るようになる。この凹部を研磨除去して引張試験と硬さ試験を行った結果を、Fig. 2 に示す。ビードの中心における硬さは、FCD では再溶融によって生成したセメンタイトの硬さであり、800Hv 程度であるが、 $ab$  値が大きくなるに従って低下する傾向がある。これは、 $ab$  値が大きくなってビームの焦点が試料内部になり、冷却速度が小さくなって晶出するセメンタイト樹枝状晶の間隔がやや大きくなるためである。一方、SCMn2Hの硬さはマルテンサイトの析出による約550Hvであり、 $ab$  値によって大きく変化しない。接合引張強さは、FCD及びSCMn2H共に、 $ab$  値によってほとんど変化せず、平均するとそれぞれ377MPa、658MPaである。SCMn2Hはすべて母材破断であるが、FCD450ではすべて接合界面での熱影響部で破断する。

Fig. 3 に、FCD450とSS400を溶接した接合引張強さを示す。溶接条件やインサート材が違うために、簡単には比較することができないが、電子ビーム溶接(EBW)では約400MPaを示し、MAG溶接(MAG)では約350MPaを示し、いずれもFCD450側の熱影響部で破断した。組織観察及び硬さ分布から、MAG溶接のFCD450側にはセメンタイトの晶出が認められたのに対し、Fig. 4 に示すように、電子ビーム溶接ではセメンタイトの晶出は認められず、球状黒鉛の周囲にマルテンサイトが観察され、この組織変化が強度の差に現れたものと考えられる。

このように、熱影響が問題となる鋳鉄などの難溶接材には、熱影響が少ない電子ビーム溶接の方がMAG溶接より有利であるといえる。

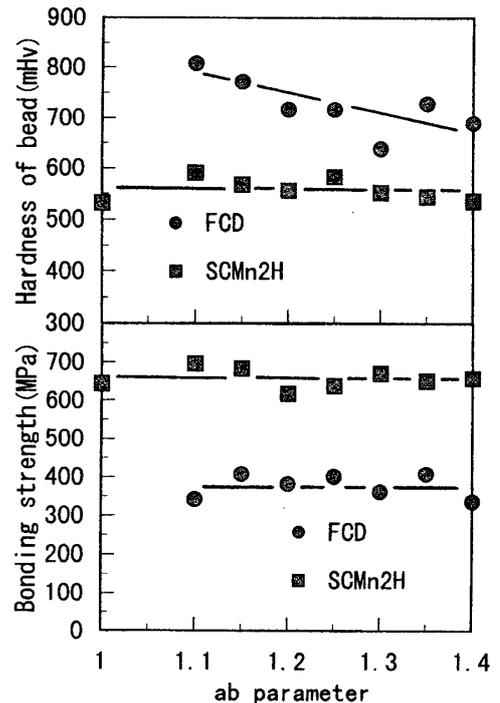


Fig.2 Relation of  $ab$  parameter with Hardness and Bonding strength

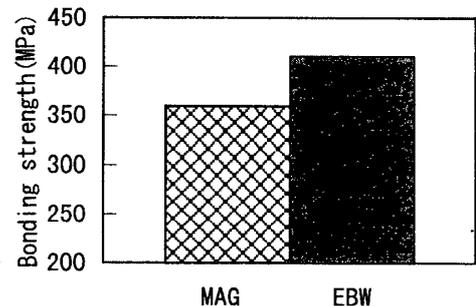


Fig.3 Bonding strength of FCD450 / SS400

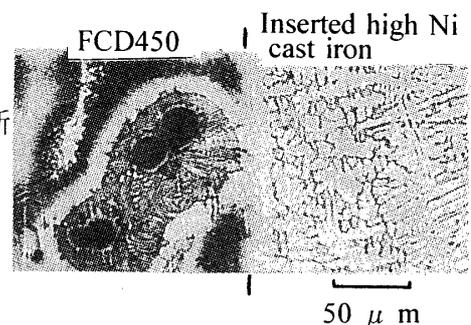


Fig.4 Microstructure of HAZ at FCD450 side of EBW