# 106

## オーステナイト系ステンレス鋼レーザ急冷 溶接金属部のミクロ組織の生成機構

大阪大学 接合科学研究所 ○片山 聖二, 松縄 朗 (Technical University of Plovdiv) Theofil IAMBOLIEV

Formation Mechanism of Laser Rapid Solidification Microstructure in Austenitic Stainless Steel Weld Metals

Seiji KATAYAMA, Theofil IAMBOLIEV and Akira MATSUNAWA

## 1. 緒言

γ系ステンレス鋼の溶接金属部では、組成、冷却速度、凝固速度などによって、種々の 形態を示すδ/γ2相のミクロ組織が観察される<sup>1)</sup>。特に、通常の溶接金属部で数%のδ 相を含有するγ系ステンレス鋼において、その急速凝固部が完全γ相組織となることなど が判明し<sup>2)</sup>,注目されている<sup>3)</sup>。そこで、ステンレス鋼レーザ溶接金属部のミクロ組織の 形成機構を理解するため、完全γとγ系の2種類のステンレス鋼を用い、種々の条件で溶 接部を作製し、そのミクロ組織的特徴およびセルラーデンドライトの成長方向と結晶方位 の関係等について検討を行った。本報では、γ相の生成機構に関する知見を紹介する。

### 2. 使用材料および実験方法

使用材料は完全  $\gamma \propto 0$  SUS 310S と  $\gamma \propto 0$  SUS 304である。各母板 (10 mm<sup>t</sup>) に対して、 パルス照射時間  $\tau = 1$  ms  $\sim 1$  s  $\circ Y \land G \lor - \#$ によるスポット溶接 ( $E_0=2 \sim 1000 \text{ J/p}, f_d=10 \sim 25 \text{ mm}$  (f=100 or 150 mm)を行った。得られた溶接部の断面を研磨して腐食し、各結晶の 方位を E B S P (O I M) %を用いて解析した。 なお、主に、セルラーデンドライトの成 長方向と R D 方向を一致させて観察し、解析した。

### 3. 実験結果および考察

**Fig.** 1 にSUS 310SのYAGレーザ急冷溶接[10 J/p, 10 ms, 10mm] 部の断面ミクロ組織お よびHAZと溶接金属部のEBSP結果を示す。溶接金属部は、  $\gamma$ 相が母材と同一の結晶 方位でエピタキシャルに平滑界面成長をし、続いて、セルおよびセルラーデンドライト界 面成長を<100>方向にしていることが確認される。SUS 310Sの場合、いずれの条件でも同 様に、  $\gamma$ 単相で凝固し、セルの主軸(1次の幹)は<100>方向に成長することがわかった。

**Fig. 2**にSUS 304のYAGレーザ溶接[1000 J/p, 1 s, 10mm] 部の断面ミクロ組織と溶接金 属部のEBSP結果を示す。溶接金属部では主にLacy状のる相が観察される。る相の細長 く伸びた方向は, Fig. 2(b)から、<100>方向であることがわかる。一方、 $\gamma$ 相は、<100>方 向がる相の細長く伸びた(セル成長)方向と一致せず、種々の方向を向いているが、いず れもる相とK-S関係にあることが認められる。この結果より、溶接金属部は初晶る相で 凝固したこと、セル境界に生成した $\gamma$ 相が固体のる相中にK-S関係で成長したこと、 $\gamma$ 相は必ずしも母相と同一方位でなく、熱流に影響されることなどがわかった。

**Fig. 3** にSUS 304のYAGレーザ急冷溶接[48 J/p, 10 ms, 20mm] 部の断面ミクロ組織お よびHAZと溶接金属部の $\gamma$ 相のEBSP結果を示す。溶接金属部は境界部近傍で $\delta$ 相が 認められるが、上中央部の大部分では急速凝固によって $\gamma$ 相組織となっている。1本のセ ルについて解析を行った結果、下部2は母材1と同一の結晶方位であったが、3および4 の箇所は母材と異なる方位を有している。また、いずれも(特に母材の)<100>方向がセ ルの成長方向と一致せず、SUS310Sの場合と異なることが判明した。このような解析結果 はSUS 304の急冷急速凝固部で常に観察・解析されたことから、セル組織は、初晶 $\gamma$ 相で 生成したのではなく、初晶 $\delta$ 相で凝固し、 $\gamma$ 相は凝固完了後の固相変態により生成したこ とが推察される。 以上、セル成長方向と結晶方位の関係を検討した結果から、SUS 304 の急速凝固部における $\gamma$ 相のミクロ組織は、マッシブ $\gamma$ 相凝固<sup>3</sup>ではなく、初晶 $\delta$ 相凝固

溶接学会全国大会講演概要 第60集('97-4)

と $\delta \rightarrow \gamma$ 固相変態により生 成されたことが考えられる。 <u>参考文献</u>: 1) S. Katayama, et al.: Trans. JWRI, 14-1 (1985) 123. 2) S. Katayama, et al.: Proc. ICALEO '84, 44 (1984) 60. 3) 中尾ら:溶接 学会論文集, 8-3 (1990) 371. 4) 井上ら:本講演概要集, 59 (1996-10) 308.



Fig. 1 Type 310S laser spot weld (10 ms), and pole figure showing epitaxial growth from HAZ grain.



Fig. 2 Laser spot weld in Type 304 (1 s) exhibiting lacy  $\delta$ -ferrite microstructure, and pole figures showing orientation relationship between  $\delta$  and  $\gamma$  in one cellular trunk.



**Fig. 3** Type 304 laser spot weld (10 ms) exhibiting fully austenitic microstructure and pole figures showing orientation relationship between HAZ grain and cellular dendrite.