

焼結ステンレス材料の接合技術に関する研究

古澤秀雄^{*1}、黒澤和芳^{*1}、天野和男^{*1}

Study on Welding of Sintered Stainless Steel

Hideo FURUZAWA, Kazuyoshi KUROSAWA and Kazuo AMANO

Industrial Technology Division, AITEC^{*1}

ステンレス鋼 SUS304L 粉末を用い金属粉末射出成形法により焼結材料を作製し、脱脂条件、焼結条件などの各種製造条件と焼結体の特性について検討した。また、焼結材料について TIG 溶接を試みた。その結果、いずれの焼結体においても焼結温度の上昇及び保持時間の延長により、収縮率の増加と結晶粒の粗大化が認められた。焼結材料の溶接において、溶接電流の上昇に伴い溶け込み量が増加した。また、いずれの溶接部にも酸化が認められた。

1. はじめに

金属粉末射出成形法は、小型で複雑形状の金属部品の量産加工法として有用視されており、医療機器部品、民生用品など様々な分野で適用されている。最近では自動車部品へも展開され、その期待される市場の大きさから脚光を浴びている。

一方、金属粉末射出成形法を応用したインサート成形、接合成形などによる複合化や接合に関する研究は行われているが、焼結材料の接合に関する報告事例は少ない。

本研究では、付加価値の高い製品開発を行うために、金属粉末射出成形法によりステンレス材料の焼結を行い、焼結材料の接合手法について検討し、接合体の特性を評価した。

2. 実験方法

2.1 射出成形用コンパウンドの作製

原料粉末は、オーステナイト系ステンレス鋼の SUS304L 粉末（平均粒径 9.9 μm）を用い、ポリプロピレン - ポリスチレン - アクリル樹脂系のバインダを 44.9 vol% 添加し、連続混練押出装置によりペレット状の射出成形用コンパウンドを作製した。原料粉末の SEM 像を **図 1** に、バインダの配合組成を **表 1** に示す。

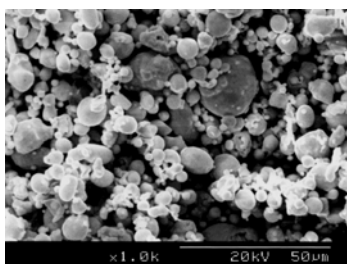


図 1 原料粉末の SEM 像

2.2 試料の作製

射出成形条件は、ショートショット実験により最適な条件を見出し、この条件により 45 × 45 × 3.5 mm の板状の射出成形体を作製した。

射出成形体の脱脂は、窒素雰囲気脱脂炉を用いて行った。脱脂は、常温 100 /h: 80、2 時間保持 10 /h: 200 3 /h: 300 5 /h: 380 炉冷のプログラムで行った。なお、窒素ガス流量は 3L/min とした。脱脂体の焼結は真空高温雰囲気炉を用いて行った。焼結温度は 1200、1250、1300 の 3 種類とし、保持時間はそれぞれ 2h と 4h とした。なお、昇温速度は 100 /h とした。

2.3 焼結体の評価

それぞれの焼結体について、収縮率と相対密度の測定及び組織観察を行った。

2.4 焼結体の溶接

接合手法は TIG 溶接を用い、ビードオンプレートにより溶接条件の設定を図った。SUS304 鋼板を用いて予備実験を行い、その後、焼結体への溶接を試みた。焼結体同士の突き合わせ溶接を行い、I 形開先、ルートギャップ無し条件で、溶接電流値を変化させて行った。なお、Ar ガス流量は 20L/min とした。溶接後、断面組織の状態を光学顕微鏡により観察した。

表 1 バインダの配合組成

成分	分類	比重	vol(%)
低分子量ポリプロピレン	結合剤	0.89	11.4
ポリスチレン	結合剤	1.05	44.5
アクリル樹脂	結合剤	1.05	24.1
ステアリン酸	滑剤	0.94	5.1
アミノ酸系機能粉末	分散剤	1.02	4.9
ジオクチルフタレート	可塑剤	0.99	10.0

*1 工業技術部 加工技術室

3. 実験結果及び考察

3.1 焼結体の特性

焼結条件と収縮率の関係を図2に、焼結条件と相対密度の関係を図3に、焼結体組織の光学顕微鏡観察を図4に示す。いずれの焼結体においても焼結温度の上昇と保持時間の延長に伴い、収縮率及び相対密度ともに向上する傾向が見られ、1300℃、4h 保持において収縮率 17.5%、相対密度 97.2%と高い数値を示した。また、同様に組織においても結晶粒の粗大化が観察された。

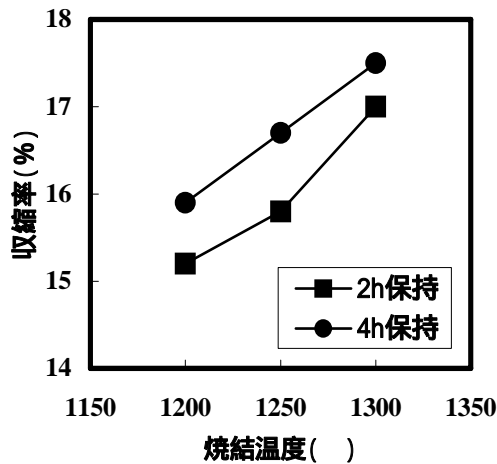


図2 焼結条件と収縮率の関係

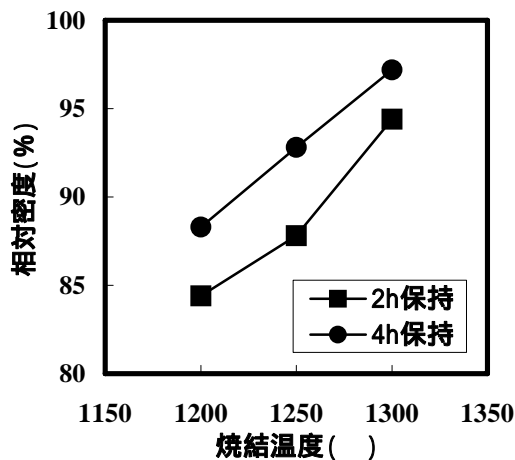


図3 焼結条件と相対密度の関係

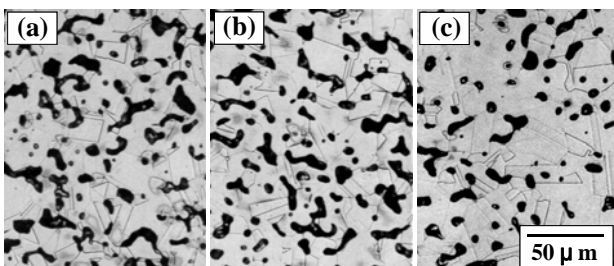


図4 焼結体組織の光学顕微鏡観察 (保持時間 4h)

焼結温度 (a)1200 (b)1250 (c)1300

3.2 焼結体の接合

接合体の断面組織を図5に示す。焼結体の接合は、(a)の溶接電流 40A では板厚の表層部のみの溶け込み量であった。(b)の 60A では 50%強の溶け込み量であった。(c)の 80A では溶接ひずみにより終端部が溶け落ちてしまったため、仮付け溶接が必要であると思われた。また、いずれの接合体においても溶接部が酸化されたためシールドガスの流出を防ぐ治具が必要と思われた。

本実験では、最適溶接条件の確立が不十分であったため、当初の目的を達成することはできなかったが、焼結材料の接合への可能性を見出すことができた。

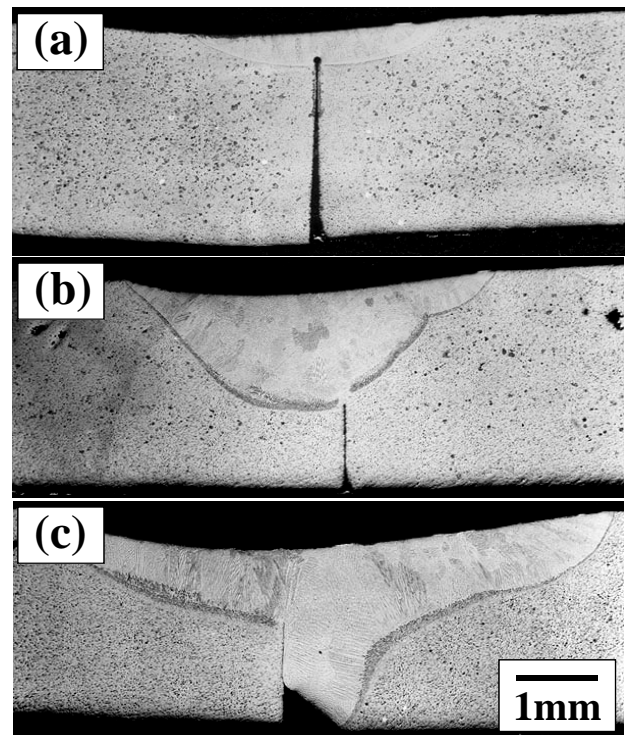


図5 接合体の断面組織

溶接電流 (a)40A (b)60A (c)80A

4. 結び

ステンレス鋼 SUS304L 粉末を用い金属粉末射出成形法により作製した焼結材料について TIG 溶接を試みた。その結果、焼結材料への溶接の可能性が見出された。今後、運棒、電流値、シールドガス流量を含めた最適溶接条件の設定を図ることにより、接合技術が確立できるものと思われる。