

MA754のパルス通電焼結接合現象

— 超耐熱ODS合金のパルス通電焼結接合に関する研究（第2報） —

大阪大学大学院 西本和俊, 才田一幸, ○都筑亮一, 浅田容司

Bonding Phenomena of Ni-Base Oxide Dispersion Strengthened Superalloy, MA754
using Pulsed Electric-Current Sintering Bonding Technique-Pulsed Electric-Current Sintering Bonding of Oxide Dispersion Strengthened
Superalloys (Report 2)-

by Kazutoshi NISHIMOTO, Kazuyoshi SAIDA, Ryoichi TSUZUKI and Yasushi ASADA

1. 緒言

前報¹⁾ではFe基ODS合金MA956のパルス通電焼結接合において、接合温度および保持時間を増加させることにより空隙のない良好な接合継手を得ることができ、接合部における酸化物強化粒子も均一に分散していることを示した。本報告ではNi基ODS合金MA754のパルス通電焼結接合に対して接合条件を変化させ、接合部の緻密化状況並びに焼結機構についての調査を行うとともに、MA956とのパルス通電焼結接合性の差異について検討を加えた。

2. 供試材料および実験方法

Table 1 Chemical composition of material used (mass%)

Material	Fe	Cr	Al	Y ₂ O ₃	Ti	Ni	C
Base metal	0.33	19.6	0.33	0.57	0.46	Bal.	0.05

本実験に使用した母材はNi基
ODS合金MA754であり、インサ

ート粉末には平均粒径が $245\mu\text{m}$ の母材と同成分のメカニカルアロイング粉末を用いた。これらの化学成分をTable 1に示す。接合層の厚さは焼結完了時に 0.5mm および 1.0mm になるように接合した。接合条件は接合温度 $1023\text{K}\sim 1323\text{K}$ 、保持時間 $0\sim 5.4\text{ks}$ 、加圧力 50MPa にて接合を実施した。

3. MA754のパルス通電焼結接合状況

接合温度を変化させ接合したときの接合層の相対密度と保持時間の関係をFig.1に示す。温度が高くなるほど急速に焼結が進行している。MA956とMA754のパルス通電焼結接合時の接合挙動に基づき、接合層内の相対密度および界面における接合率が100%になる条件を比較した。MA956およびMA754について相対密度および接合界面の接合率を接合温度と保持時間の関係により整理した結果をそれぞれFig.2およびFig.3に示す。MA956と同様MA754でも界面における接合完了条件が接合層内における条件よりも高温長時間側に存在していることがわかる。また、MA754の焼結接合が完了する条件はMA956のそれよりも長時間側に位置している。これはMA754の平均粉末粒径がMA956に比べ大きいことに起因しているものと判断される。

4. 接合層の緻密化に対する速度論的検討

現在のところパルス通電焼結に関する焼結緻密化モデルとしては、塑性流動に基づく

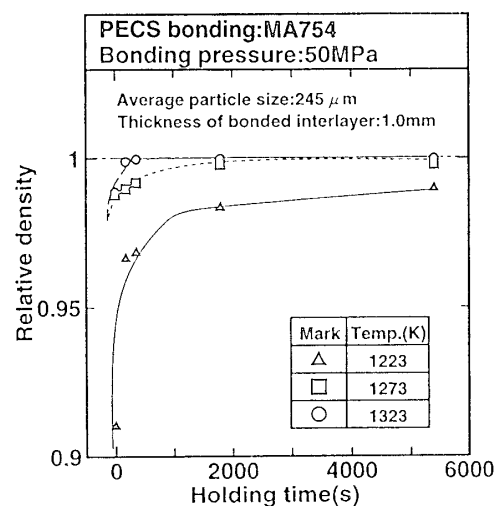


Fig.1 Relationship between holding time and relative density

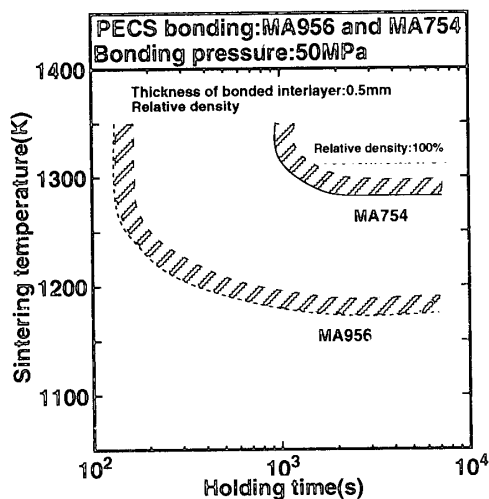


Fig.2 Relationship between bonding condition and relative density

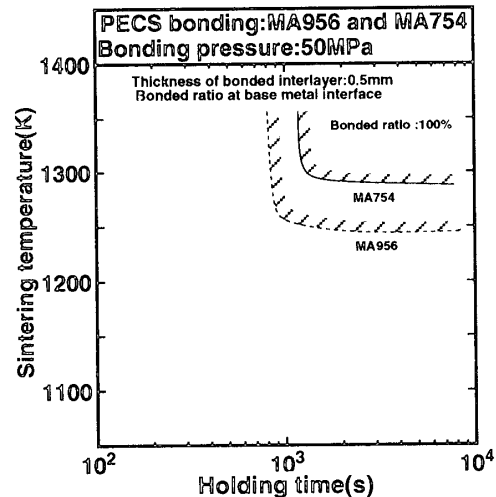


Fig.3 Relationship between bonding condition and Bonded ratio at base metal interface

ものが有力である．そこで本報告においても MA754 の焼結挙動に対して塑性流動の緻密化速度式の適用性について調査した．塑性流動に基づく緻密化モデルは，相対密度 D ，焼結保持時間 t ，粘性係数 η そして加圧力 δ_0 により $\ln(1-D) = (3\delta_0/4\eta)t$ より表される．すなわち， $\ln(1-D)$ と t の間に比例関係が成立する．そこで，MA754 のパルス通電焼結後の相対密度 D と焼結保持時間 t をプロットしたところ，Fig.4 に示すように $\ln(1-D)$ は t に比例することからこの焼結速度定数 K のアレニウスプロットを取り，MA754 のパルス通電焼結接合のみかけの活性化エネルギーを求めた結果，99kJ/mol であった．これは，前報¹⁾において求めた MA956 の値である 105kJ/mol とほとんど差異がないことが明らかとなった．

5. 接合部における酸化物分散状況

Fig.5 に母材と接合層の界面部，粉末粒界における TEM 観察結果を示す．界面部においては接合層側に，粉末境界部においては全面に焼結時に再結晶したと思われる微細結晶粒が見られる．しかしながら，界面部および粉末境界共に分散粒子が凝集したような大きな凝集物は見あたらない．したがって，MA956 と同様に MA754 のパルス通電焼結接合部においても酸化物強化粒子も凝集粗大化はほとんど生じず，良好な接合部組織を得ることができた．

参考文献

- 1) 西本他：溶接学会全国大会講演概要集，第62集(1998)，p188

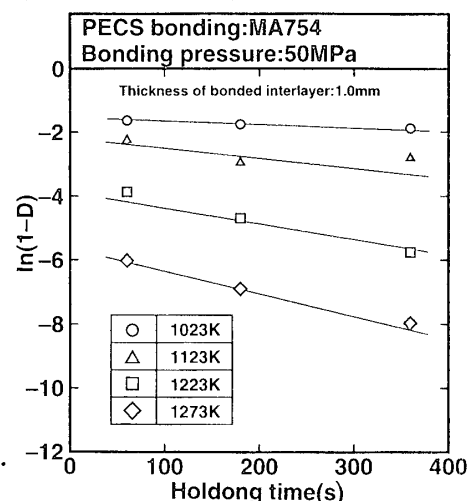


Fig.4 Relationship between holding time and $\ln(1-D)$

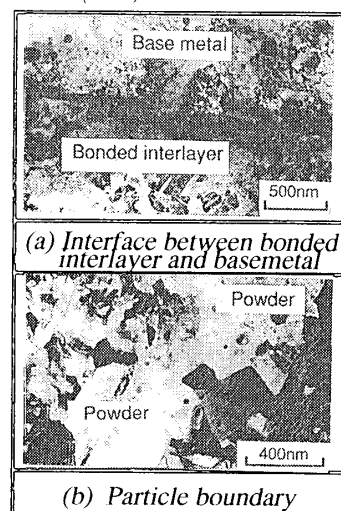


Fig.5 TEM microstructure of MA754 joint