

東海大学 工学部

瀬戸 佐智生

東海大学 大学院

○河田 真一

石川島播磨重工業（株）空本部

荒井 幹也

High Temperature Strength Characteristics of Solid State Diffusion Bonded
IN100 Superalloy.

By Sachio Seto, Masakazu Kawada and Mikiya Arai

1. 緒言

航空機用ガスタービンは性能向上に伴い、タービン入口温度（TIT）はますます上昇する方向にある。これに伴ない、空冷タービン翼は設計がますます複雑化しており、精密鋳造のみで作製することが困難な場合がある。そこで鋳造後に接合する方法が考えられるが、一般的に使われているインサート金属を使用した液相拡散接合では、精密鋳造部に液化したインサート金属が流れ出てしまうということや、成分を均一にするために長時間を要するといった問題があった。これに対し、固相拡散接合では、Ti と Al の総量が 5% 以上含まれている合金では、直接固相拡散接合が困難とされている。しかし、当研究室のこれまでの研究により、Ni 基超合金 IN100 と Inconel 718 の直接固相拡散接合材において、室温で IN100 側で破断することが確認されていた。

本研究では、IN100 をインサート金属として Inconel 718 を使用し、固相拡散接合を行う場合に関し、接合材の高温強度特性について、基礎的に実験・検討することを目的とした。

2. 方法

本実験で使用した材料は IN100 であり、インサート金属は Inconel 718 であるが、比較のために純 Ni(純度：99.97%)も用いた。化学成分と製造履歴をそれぞれ Table 1、Table 2 に示した。母材は 10×10×25 (mm) に、インサート金属の厚さは 0.1、0.3、0.5±0.01 (mm) とした。これらの試験片を接合前にエメリー紙研磨（#400～2000）後、バフ研磨により鏡面仕上げを行った。接合直前にアセトン中で超音波洗浄を 0.6ks 行った。接合は真空拡散接合装置（真空度：6.7×10⁻³Pa）を用いて、接合条件はインサート金属 Inconel 718 の場合はこれまでの研究結果に基づき、接合温度 1373K、接合圧力 68.8MPa、接合時間 3.6ks 一定で接合した。インサート金属純 Ni の場合は、接合温度 1273K、接合圧力 19.6MPa、接合時間 3.6ks で接合した。

接合材の評価は、接合試験片から放電加工により引張試験片〔平行部：2.7×10.0×1.0(mm)〕を作成して、高温引張試験（歪速度：8.33×10⁻³/s）を行った。さらに接合材のマイクロビッカース硬さ測定、光学顕微鏡組織観察および E P M A 分析を行った。

Table 1 Chemical compositions of materials used (mass%) .

	Ni	Cr	Co	Mo	Nb	Al	Ti	Fe	Mn	Si	C	B	Zr	V
IN100	60.0	10.0	15.0	3.00	—	5.50	4.70	—	—	—	0.18	0.01	0.06	1.0
Inconel718	52.5	19.0	—	3.00	5.10	0.50	0.90	18.5	0.20	0.20	0.04	—	—	—

Table 2 Main histories of materials used (mass%) .

	Fabrication method	Heat treatment
IN100	cast	Solid solution treatment (1353K, 28.8ks, GFC) + precipitation hardening treatment (1143K, 43.2ks, AC)
Inconel 718	forged	Solid solution treatment (1268K, 3.6ks, GFC)

3. 結果および考察

Fig.1 は IN100 接合材における試験温度と引張強さの関係の結果を示したものであるが、比較のために IN100、Inconel 718 および純 Ni の母材値も同時に示した。IN100 母材の引張強さは室温から 1073K に至るまで、安定した値を示すのに対し、Inconel 718 母材値は室温では IN100 以上であるが、高温域に行くにしたがって低下していく傾向を示した。

これに対して、固相拡散接合材の高温引張強さはインサート金属 Inconel 718 の場合、Inconel 718 母材値よりも大きいことがわかる。すなわち、873K ~ 1023K では引張強さ 720MPa 以上で IN100 母材の約 80%以上の値を示したが、1073K ではこの値は急激に低下することが判明した。1073K での引張強さの低下は、インサート金属 Inconel 718 の強度低下と対応していると考えられる。また、インサート金属の厚さの影響に関しては、厚さが薄くなるにつれて高温引張強さが上昇する傾向が見られた。なお、これらの試験片の破断位置は、接合界面近傍のインサート金属側であった。

また純 Ni (0.1mm) をインサート金属とした場合の高温引張強さは、同図で明かなように純 Ni 母材値よりも高いことがわかった。接合材の破断位置は、インサート金属である純 Ni 中であつた。

Fig.2 は Fig.1 で高温引張強さの最も高かった Inconel 718 インサート金属 0.1mm の接合材の場合と、比較のために IN100 母材および Inconel 718 母材の伸びと試験温度の関係を示した。ここでもわかる通り、0.1mm インサート金属接合材の伸びにおいては 1023K まで安定しているが、1073K で急激に低下することがわかった。

以上の結果、固相拡散接合材の高温強度特性はインサート金属の高温強度特性に依存することが明らかとなった。

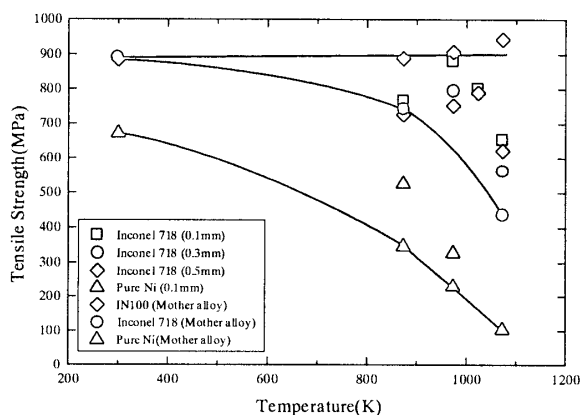


Fig.1 Results of Elevated Temperature Tensile Strength.

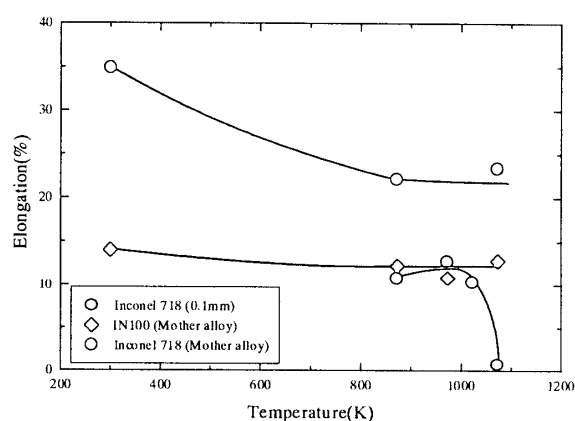


Fig.2 Relationship between Elongation and Temperature.