

(695) 高効率ガスタービン動翼用Ni基超合金の高温特性に及ぼすHIP処理の影響

(株)神戸製鋼所 鉄鋼技術センター ○横幕俊典

滝川 博 豊田裕至

1. 緒言 精密鑄造技術の進歩によりタービン翼用超耐熱合金の高強度化が図られてきたが、鑄造ポロシティ等の欠陥が内在する場合があります。この欠陥をHIP処理によりつぶすことができれば、更に高強度化と信頼性の向上が期待できる。このような観点から、本報告ではムーンライト計画の一環である『高効率ガスタービン』において動翼用材料として開発されたTM321合金について、高温低サイクル疲労(LCF)、熱疲労及びクリープ破断特性に及ぼすHIPの効果について検討した。

2. 実験

Table 1 Chemical compositions of TM321(Wt%)

	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	W	Co	Ta	Hf	Ti	Al	B	Zr
Table.1 に示すTM321 合	.11	.02	0.01	.003	.001	Bal.	8.93	12.7	7.97	4.50	.87	.76	4.87	.01	.06

(1) 供試材

Table.1 に示すTM321 合金のメルティングストックより、意識的にポロシティの生じやすい条件にて精密鑄造された丸棒(26φ×145^φ)及び実体中空動翼(翼部肉厚1~2mm)を試験した。鑄造後のHIP条件は、1200℃-1000kg/cm²-1hr、熱処理条件は1080℃/4hr-870℃/20hrとした。このHIP処理により、as cast材に認められるポロシティは微細につぶされていた(Photo.1)。

(2) LCF、熱疲労及びクリープ破断試験

LCF特性(400,650および900℃)は丸棒鑄込み材により、クリープ破断(982℃)および熱疲労特性(400-900℃)は実体動翼の翼部から採取した試験片により評価した。熱疲労試験は流動層式熱疲労試験機で実施した。

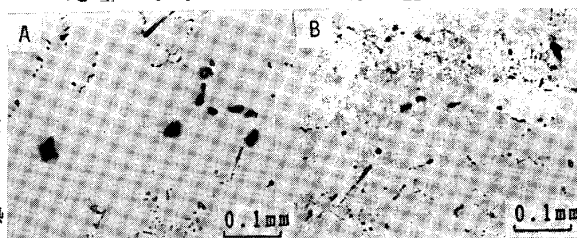


Photo.1 Microporosity(A:No HIP,B:HIP)

3. 結果および考察

(1) LCF 特性: 各温度ともHIPにより顕著な寿命増加が認められた。As cast材は本プロジェクト目標値(0.5%の全歪範囲で2500サイクル)に到達しないが、HIPにより目標値を越えた(Fig.1)。

As cast材ではポロシティが破壊の起点になるのに対し、HIP処理材では残留ポロシティが細くなった結果、これ以外に共晶炭化物から発生したと考えられるstage Iき裂や、粒界き裂などが起点部に観察された。これは、ある程度以上ポロシティを微細にするとポロシティの残留が寿命にあまり影響を及ぼさなくなることを示している。又寿命とポロシティ寸法の間には破壊力学的な関係が成立することが明らかになった。

(2) クリープ、熱疲労特性(実体動翼): Fig.2に示すようにHIPによりクリープ破断寿命は向上したが、6φ cast to sizeの値及び比較的大きな試験片のデータを基にして設定された目標値には到達しない。鑄込み寸法・形状の違いによる結晶粒等の組織の差が、実体翼とcast to size試験片の寿命の差になっているものと考えられる。また熱疲労寿命についても、HIP処理材が優れていた。いずれの試験でも起点にはポロシティが認められた。

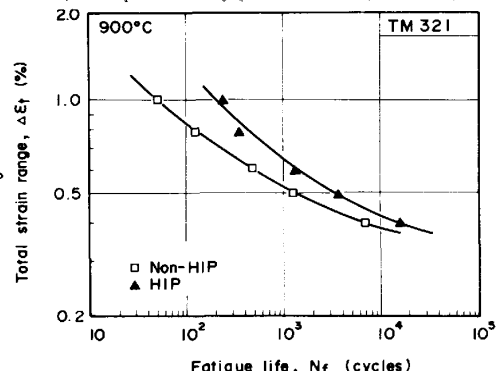


Fig.1 Fatigue life at 900 °C

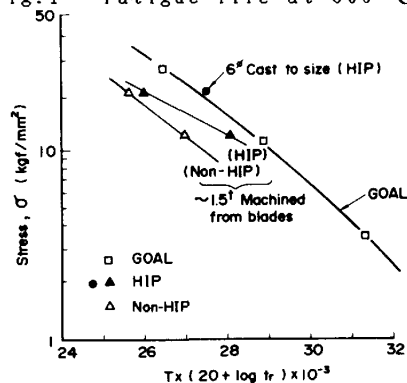


Fig.2 Creep rupture strength

(付記) 本研究は、通産省工技院が推進しているムーンライト計画の一環として実施したものである。