

(633) 拡散浸透被覆したNi基耐熱鋳造合金の流動層式熱疲労特性

金属材料技術研究所

呂 芳一 川崎豊造
小泉 裕 山崎道夫

1. 緒言 ガスタービンのブレードは、起動が停止時に生じる熱ひずみによって熱疲労を受ける。本報は当研で開発した高温耐食性のよい析出型Ni基合金のTM-49 (12.1Cr-12.0Co-8.8W-5.7Ti-3.2Al-0.11C-0.09Zr-0.01B) と比較材としてIN738LC (16.0Cr-8.3Co-2.5W-3.5Ti-3.5Al-1.7Ta-0.09C-0.01B-0.03Zr) で鋳造した両端先細り型試験片にAl, Cr, Cr+Al, Cr+Si拡散浸透被覆処理して、流動層式熱疲労特性を求めた。更に熱処理の熱疲労特性に及ぼす効果も調べた。

2. 実験方法 流動層試験片は、長さ100mm, 巾30mm, 厚さ6.3mmで、巾30mmの両端は0.5Rと1.0mmRの曲率半径の先端をもつwedge shape (30°)である。鋳造後サンドブラストをした。これらの試験片を金属粉末、Al₂O₃粉末および活性剤NH₄Clの中に入れて、水素ガスを流しながら1100℃で数時間保持して、Al, Cr, Cr+Al, Cr+Siの被覆処理を行った。被覆層は100μmの厚さであった。被覆処理の熱処理は、1120℃(真空) x 2h → Ar中冷却と1180℃(真空) x 3h → Ar中冷却の2条件である。流動層熱疲労試験機は、高温槽(1088℃)と低温槽(316℃)から成り、それらの槽の中のアルミナ粒子(80μm)が、各々2.1 m³/hと11 m³/hの吹き込み空気で流動しており、試験片を自重移動装置により両槽に交互に浸漬(各3分間)し、加熱と冷却を繰り返して、熱ひずみを与える装置である。この試験中に、規定回数(25, 50, 100, 200...)時に中断して、30倍光顕で割れの有無を観察し、最初に割れの発見された回数を熱疲労特性の目安とした。

3. 実験結果 図1にTM-49合金の相対的熱疲労特性を示す。被覆処理の効果は、Al被覆材が最もよく、Cr+Si, Cr+Al, Crの順である。熱処理の効果も表われている。試験中の試料の重さの変化は、Cr+Al材を除いて、as castが良好で、負の重量に変化する回数は、Al, Cr+Al, Cr+Si, Cr, 無被覆材の順に、4000, 2700, 1300, 1200, 500回でAl材が良好であった。

図2にAl材の0.5R端のSEMの二次電子像を示す。Cr材とは異って、粒界に沿った浸透酸化は発見されずAl被覆層の耐酸化性の良好なことが判った。

IN738LCの熱疲労特性は、TM-49と同程度であった。クリープ強さは、TM-49が大である。従って、TM-49合金はIN738LC合金より総合的に優れているといえる。

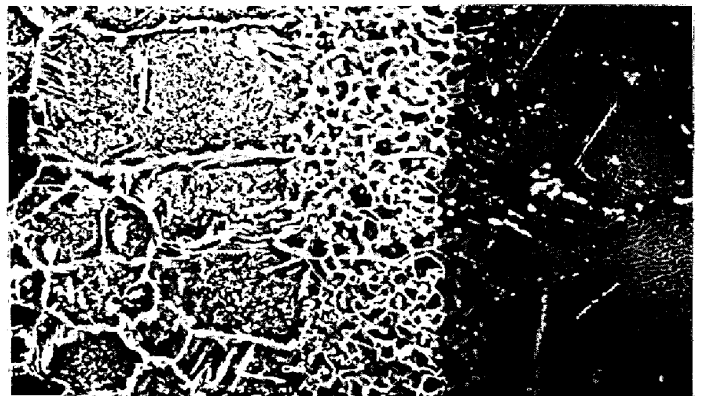


図2. Al被覆したTM-49合金(3700回FF7)のSEM像

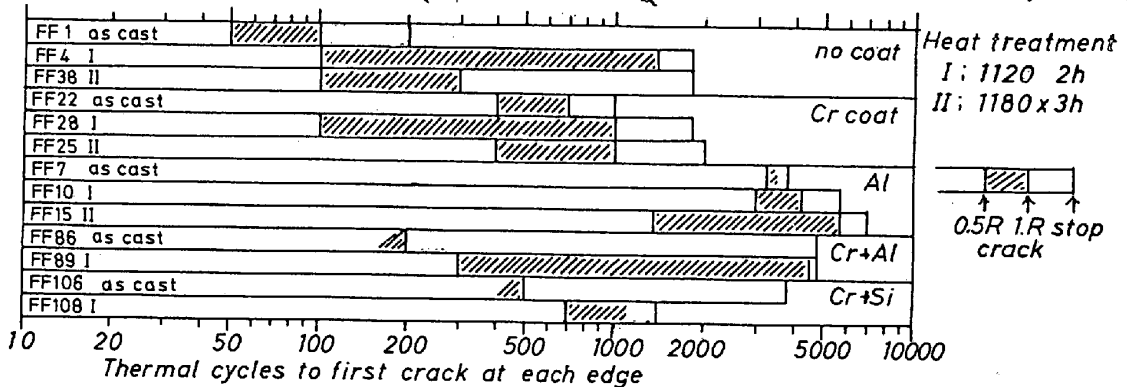


図1. 種々の被覆処理し、熱処理したTM-49合金の相対的熱疲労特性