

(469) Ni基単結晶超耐熱合金のクリープ破断特性に及ぼす熱処理の影響

日立金属(株) 安来工場 冶金研究所 ○大野文博 渡辺力蔵
(株) 日立製作所 日立研究所 吉成 明

1. 緒言

Ni基単結晶超耐熱合金は航空機関ガスタービンブレードの次期主流材料と予想され、その開発が進められている。単結晶合金のクリープ破断特性が熱処理により影響されることは既に報告されているが、ここでは熱処理の影響を系統的に明らかにすることを目的として研究を行なった。なお本研究は通産省工業技術院の次世代制度に基づき「高性能結晶制御合金の研究開発」の一環として行なったものである。

2. 実験方法

既存の単結晶合金NASAIR-100とCMSX-3を用いた。公称化学成分をTable 1に示す。試料は単結晶に鍛造後種々の熱処理を行ない、組織観察、クリープ破断試験に供した。溶体化処理の影響(温度、時間、冷却速度)と時効処理の影響(時効なし、および通常の2段の時効処理において、1段目の時効温度を980~1230°Cまで変え(保持5h、空冷)、2段目の時効は870°C×20h、空冷の一定としたもの)について調べた。

3. 実験結果

溶体化処理温度は組織観察の結果から共晶 γ がほぼ固溶する温度を選んだ。その温度で保持時間を1, 4, 16時間と変えてもクリープ破断時間はほとんど変わらないが、冷却速度が遅い場合(炉冷)、クリープ破断時間は低下する。次に時効温度が高くなるにつれ、 γ は大きくなりかつ整列した組織となるが、ある温度(NASAIR-100で1030°C, CMSX-3で1180°C)以上になると γ/γ' の界面に転位網が形成され、 γ の立方体形状がくずれ粗大化が進む。(Photo. 1) 両合金で γ/γ' 界面転位網の形成される温度が異なるのは γ/γ' の格子定数のミスマッチが異なるためと思われる。クリープ破断強度はこうした組織変化とよく対応し、界面転位網が形成されるまでは時効温度の増加と共に増加するが、界面転位網が形成されると低下し始める。但しNASAIR-100の1040°Cクリープでは試験温度が界面転位網形成温度以上であるため、上記傾向に一致しない場合がある。(Fig. 1) 従って合金によって最適熱処理条件は異なる。

Alloy	Cr	Mo	W	Al	Ti	Ta	Co	Ni	Hf
NASAIR-100	9.0	1.0	10.5	5.8	1.2	3.3	-	Bal	-
CMSX-3	8.0	0.6	8.0	5.6	1.0	6.0	4.6	Bal	0.1

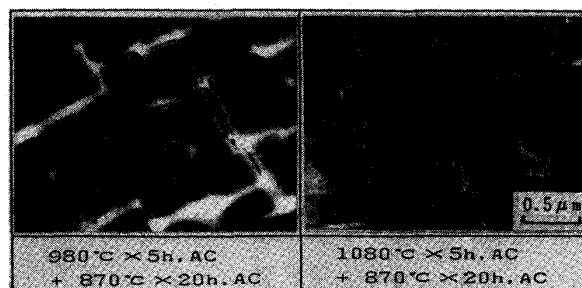


Photo. 1 TEM Microstructures of Heat Treated NASAIR-100

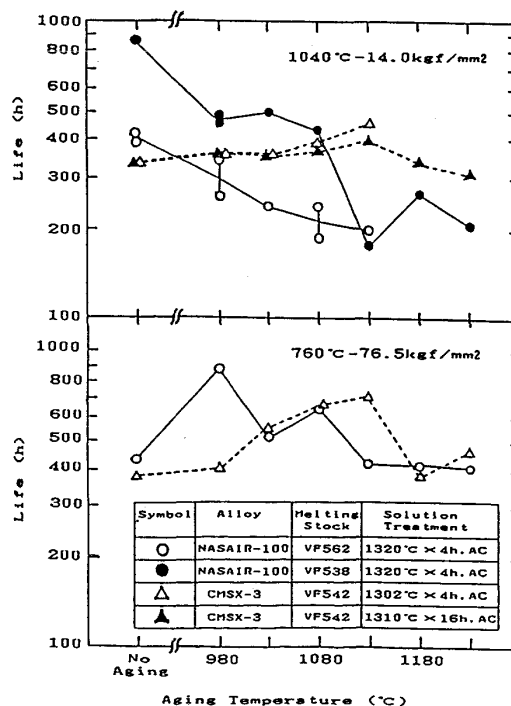


Fig. 1 Effect of Aging Temperature on Creep Rupture Life