

669.245'26'1: 539.431/433: 620.186.8

(561) Ni基耐熱合金の高温疲労特性と微細組織

東京都立大学工学部 山本 優 宮川 大海

大学院 大塚祐二(現新日鐵) 田巻英男

日鍛バルブ(株) 藤代 大

1. 緒言 耐熱合金の高温疲労に関する研究は最近活発に行われてゐるが、疲労破壊過程を変形過程(すべりの形態や転位構造)と関連づけて検討した研究は少い。一般に疲労強度には結晶粒径や析出相の形態が大きな影響をおよぼすが、さらに粒界破壊が生じるような高温では粒界形状もまた重要な因子となることが考えられる。そこで本研究ではInconel 751を用いて、900°Cまでの高温高サイクル疲労強度におよぼす結晶粒径や γ 粒子のサイズ、粒界形状のような微細組織の影響を、おもにき裂の発生過程と変形過程とに注目して検討した。

2. 実験方法 供試材の化学組成を表1に示す。結晶粒径は溶体化温度を1100, 1150, 1200°Cとすることにより細粒(平均粒度番号3.9), 中粒(同2.6), 粗粒(同1.5)とし、時効処理は室温と750°Cでの試験に対しては750°Cで、その他の試験温度に対してはそれぞれの温度で24h行ったが、750°C \times 1000hの過時効材も室温と750°Cでの試験に供した。また900°C試験では粒界形状の影響を調べるために溶体化加熱後975°C \times 6hの直接時効も行った。疲労試験は小野式回転曲げ試験機(1500rpm)により、室温, 750°C, 800°C, 900°Cで行った。き裂観察は適当な繰返し数で試験を中断し、表面のシフトを採取して行い、同時に薄膜による転位観察も行った。

表1 Chemical composition of Inconel 751 (wt%)

C	Si	Mn	S	Cr	Ti	Al	Fe	Cu	Nb+Ta	Ni
0.06	0.15	0.06	0.007	14.53	2.39	1.07	6.52	0.03	0.96	bal.

3. 実験結果 各試験温度でのS-N曲線を図1に示す。

(1) 室温 疲労強度は細粒材の方が粗粒材に比べ高い。また同じ粗粒材の場合微細 γ 粒子をもつ通常の時効材より粗大 γ 粒子をもつ過時効材のほうが高い。き裂は寿命初期に形成されたすべり帯から発生し、粒内を伝はする。このすべり帯は応力軸とほぼ45°傾き、結晶粒単位の長さで形成される。

(2) 750°C 疲労強度は室温と同様に粒径が小さいほど大きい。強度水準は室温に比べいづれの場合も著しく高くなる。また γ 粒子サイズの影響は室温とは逆に、 γ 粒子の細かい通常の時効材の方が過時効材よりも高い疲労強度を示す。き裂の発生成長過程は室温と同様に寿命初期に発生したすべり帯から粒内に伝はして破断に至る。

(3) 900°C S-N曲線の傾きは粗粒材の方が細粒・中粒材に比べゆるやかで、長寿命側では前者と後者の疲労強度は逆転する傾向にある。破壊は粗粒材ではおもに寿命初期に発生した粒内き裂で、また細粒・中粒材では寿命中期に発生した粒界き裂で生じる。ジグザグ状粒界は細粒材のように粒界破壊が生じる場合でも疲労強度にはあまり影響しないようである。

以上の強度、破壊への微細組織の影響を転位構造の観察による変形組織の相違から検討した。

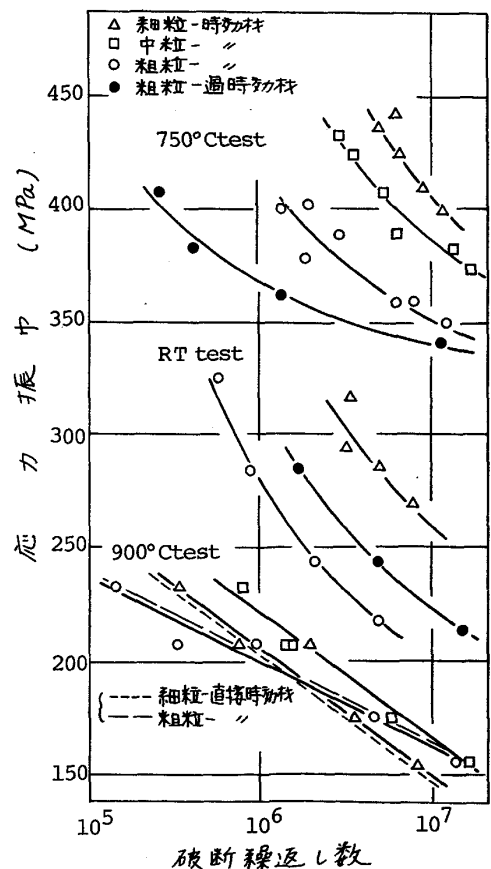


図1. Inconel 751のS-N曲線