

(466) 析出強化型Ni基超合金のクリープ破断特性に及ぼす結晶粒径の影響

東京都立大学工学部 ○吉業正行 同大学院 田井村 浩

東京都立大学工学部 坂木庸晃 宮川大海 (現、名誉教授)

1. 緒言 耐熱合金のクリープ破断特性に影響を与える重要な組織因子の一つに結晶粒径がある。しかし、特に析出強化型合金においては結晶粒径の単独効果を抽出評価することが非常に難しく、統一的解釈が得られにくい。著者らは先に、析出強化型Ni基超合金 Inconel 751のクリープ破断特性に及ぼす結晶粒径の影響を粒界性状と関連づけて検討し、いくつかの知見を得た¹⁾。本研究では、これをさらに進め、炭素量の異なる2種類のInconel 751に対して溶体化条件と時効条件を系統的に組合わせた一連の熱処理を施し、クリープ破断特性への結晶粒径の影響を粒界性状と関連させて総合的に検討した。

2. 供試材と実験方法 供試材としてTable 1に示した化学組成を有する高炭素(HC)と低炭素(LC)のInconel 751を用いた。これらに対しFig.1に模式的に示したような熱処理を施し、結晶粒径(57~285 μm)と粒界性状を系統的に変化させた。単純時効(S)によりCr-rich M_{23}C_6 型炭化物が析出した直線状粒界が、一方直接時効(D)によりTi-rich MC型炭化物が析出したジグザグ状粒界が得られた。クリープ破断試験は、 $\phi 5 \times 30\text{mm}$ G.L.の平滑試験片を用い、800 $^{\circ}\text{C}$ 大気中で行った。

3. 実験結果と考察 100hと1000hにおけるクリープ破断強度の結晶粒径依存性をS材とD材に分けてFig.2に示す。S材のクリープ破断特性は全般的に結晶粒径150 μm 程度の中粒材で最も高く、破断強度に対する最適結晶粒径が存在することがわかる。細粒側での強度低下は最小クリープ速度の増大とほぼ対応しており、それゆえクリープ変形抵抗の減少に起因すると考えられる。一方、粗粒材の最小クリープ速度は中粒材のそれと同程度あるいはそれ以下であり、むしろクリープ破壊抵抗(クリープき裂の発生・伝播に対する抵抗)の減少が粗粒側での強度低下の主因になる。熱処理O-Sを施したHC材の粗粒側での著しい強度低下はこのことと密接に関連する。これに対してD材のクリープ破断強度は、粗粒側での強度低下が抑制される傾向にあり、とりわけ熱処理O-Dを施したHC材では粗粒になるほど強度が向上する。これは、粗粒化のための高温溶体化処理からの直接時効によりジグザグ状粒界が十分に発達し、これによって粒界すべりに基づくクリープき裂の発生・伝播が著しく抑えられるためと考えられる。

このように、クリープ破断特性の結晶粒径依存性は粒界性状の影響を強く受け、特に粗粒側では正反対の結果がもたらされる可能性がある。

文献 1) 吉業、宮川、坂木、藤代：鉄と鋼、66(1980)、S1314。

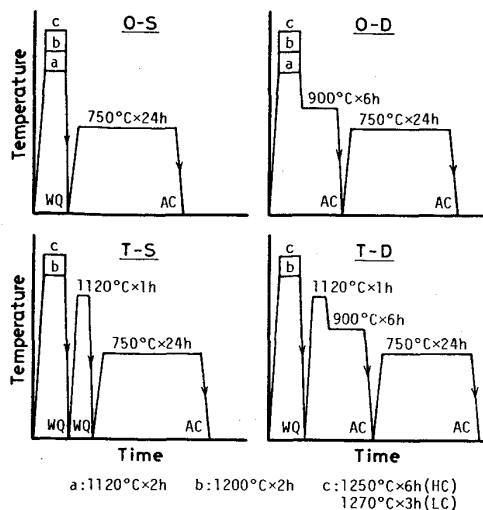


Fig. 1 Schematic drawing of various heat treatment.

Table 1 Chemical composition of Inconel 751 (mass %).

	C	Si	Mn	S	Ni	Cr	Ti	Al	Fe	Cu	Nb+Ta
HC	0.09	0.20	0.53	0.007	Bal.	16.07	2.05	1.10	5.74	0.05	1.18
LC	0.04	0.17	0.17	0.001	Bal.	15.42	2.14	1.03	7.87	0.11	0.99

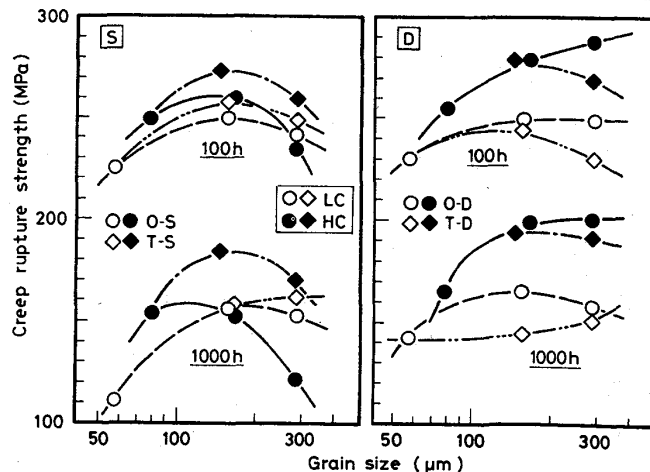


Fig. 2 Grain size dependence of creep rupture strength at 800 $^{\circ}\text{C}$.