

金属材料技術研究所 ○永井秀雄, 森下 弘, 伊藤 弘

門馬義雄, 田中千秋

1. 緒言 Ni基析出強化型合金のInconel 700は, γ' 相 $[\text{Ni}_3(\text{Al}, \text{Ti})]$ の微細析出によって強化された耐熱合金であり, ガスタービン用ブレード材として使用されている。NRIMクリープデータシート作成の一環として当研では, この合金2ヒートをサンプリングして, これまで5万時間を超えるクリープ試験結果を得ている¹⁾。

γ' 強化型のNi基耐熱合金の長時間試験後の組織については, その報告は極めて少なく, 実機における長時間使用の見地から検討が必要である。本報告は, 本合金についてクリープ破断特性及びクリープ変形特性を述べるとともに, それらと金属組織との関係を検討したものである。

2. 実験方法 供試材2ヒートの化学成分と熱処理をTable 1に示す。クリープ及びクリープ破断試験は, 700℃から850℃の範囲で行った。クリープ破断データはLarson-Millerの最適化TTP(時間・温度パラメータ)法によるあてはめと外挿の精度を確認した。また, 組織観察は光顕, SEM及びTEMを用いて行った。さらに, 析出物の同定はEDAX及び電解抽出残査のX線回折分析により行った。

3. 結果 (1) Fig. 1に示すように, クリープ破断試験結果に対するパラメータ法によるあてはめと外挿の精度はともに良好であった。(2) 破断伸びはFig. 2で示すように, 700℃でAヒートはBヒートに比べて低い, 850℃では両ヒートともにほぼ同程度の値を示した。(3) 熱時効材について硬さを調べた結果, 700℃では両ヒートともに硬さは増加していた。これは, 微細な γ' 相の析出によると思われる。しかし, γ' 相は光顕やSEMでは明確に確認できなかった。これは γ' 相が非常に微細なためと思われる。850℃ではかなり粗大化した γ' 相が認められた。(4) 700℃のAヒート及びBヒートの短時間側の破断部で粒界にキャビティが認められた(Photo. 1a)。Aヒートでは破断部近傍にほとんとき裂が認められなかったが, Bヒートでは1ファセットぐらいの長さのき裂がかなり見られた。一方, Bヒートの700℃の長時間側及び両ヒートの850℃では γ' 相と γ (マトリックス)の界面及びほとんど析出物が見られないバンド状の γ 内に割れが認められた(Photo. 1b)。以上の結果から, 700℃でのAヒートの破断伸びが低いのは, AヒートとBヒートで破壊形態に違いがあるためと考えられる。

(参考文献) 1) NRIM/CDS/24A (1982)

Table 1. Chemical composition(mass%) and heat treatment

	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo
A heat	0.13	0.09	0.09	0.002	0.003	46.90	14.40	3.74
B heat	0.14	0.12	0.08	0.001	<0.005	bal	15.13	3.63

	Cu	Co	Ti	Al	B	N	Fe
A heat	0.01	28.88	2.36	3.07	0.0059	0.0039	0.24
B heat	tr	27.91	2.26	2.99	0.005	0.0030	0.72

Forged 1200°C/2h AC, 870°C/24h AC

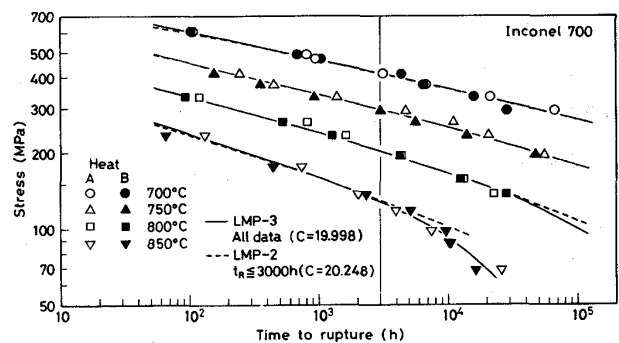


Fig. 1. Creep rupture curves fitted with Larson-Miller parameter.

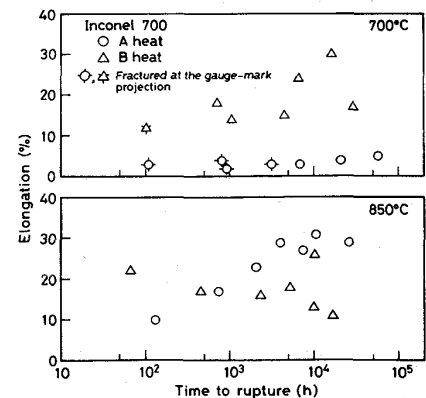


Fig. 2. Variation of creep-rupture ductility.

a) T=700°C S=412MPa
t_R = 4 420hb) T=850°C S=69MPa
t_R = 16 500h

Photo. 1. Microstructures after creep test (SEM).