

(521) Ni基耐熱合金単結晶のクリープ特性に及ぼす熱処理の影響

(合金設計によるNi基耐熱合金 ---- 11)

金属材料技術研究所 山縣敏博 原田広史 中沢静夫 山崎道夫

1. 諸言 粒界強化元素を含まないNi基耐熱合金単結晶は、凝固組織の完全溶体化が可能でクリープ強度の大幅な上昇が得られるため将来の耐熱合金として活発な開発研究が続いている。近年この単結晶合金のクリープ強度が γ' 粒子サイズに強く依存することが見出されたが、その実験結果は(1)粒子サイズが微細な程高強度であり(2)粒子サイズが粗大な程高強度である²⁾と相反している。

本研究では、電算機を利用した合金設計法を用いて開発した単結晶合金TMS-1(組成:表I)を用いて、クリープ特性に及ぼす熱処理の影響について系統的に調べたのでその結果について報告する。なお本研究は通商産業省工業技術院の次世代産業基盤技術研究開発制度に基づき「高性能結晶制御合金の研究開発」の一環として行なわれたものである。

2. 実験方法 単結晶は、マルチングストックを溶解後結晶制御部をもつ鋳型に注湯し、毎時200mmの速度で一方向凝固し試験片形状に鍛造した。熱処理は、試験片を石英管にArガス圧射入し次の3条件で行なった。H.T.-I:1348°C×4h、空冷 H.T.-II:1348°C×4h、空冷→982°C×5h、空冷→870°C×20h、空冷 H.T.-III:1348°C×4h、空冷→1040°C×20h、空冷→870°C×20h、空冷。熱処理後、クリープ破断試験を、1040°C・14kgf/mm²、900°C・40kgf/mm²、800°C・75kgf/mm²の条件で行なった。荷重負荷までの予熱時間は約20hである。

3. 実験結果 熱処理後の組織を写真Iに示す。H.T.-Iでは γ' 粒子は鋭角状で不規則分布をしていたが(写真I-a)、H.T.-IIでは γ' の析出量が増加しその形状は丸味を帯び規則的な分布を示していた(写真I-b)。1段目時効を1040°Cの高温で行なうと γ' 粒子は粗大化するとともにその規則的配列が顕著に変わった(写真I-c)。クリープ特性は、試験温度が低い程熱処理の影響を強く受けていた。800°Cでは(図1-a)、破断寿命は溶体化処理材よりも時効処理材の方が γ' をより粗大化する時効処理材の方が長くH.T.-IIIの寿命はH.T.-Iの値の5倍であった。一次クリープ伸び、定常クリープ速度は、H.T.-I,II,IIIの順に11%,8%,1.6%及び $11 \times 10^{-5} \text{h}^{-1}$, $4.9 \times 10^{-5} \text{h}^{-1}$, $2.2 \times 10^{-5} \text{h}^{-1}$ と低下していた。破断伸びへの熱処理の影響は少ない。1040°Cでは(図1-b)、定常クリープ速度はH.T.-I,II,IIIの順に $1.21 \times 10^{-5} \text{h}^{-1}$, $0.83 \times 10^{-5} \text{h}^{-1}$, $0.29 \times 10^{-5} \text{h}^{-1}$ と低下していた。

文献 1) D.D.Pearson et al., Proc. 4th Int. Symposium on Superalloys, P513(1980) 2) P.Caron et al., Mat. Sci. Eng., 61(1983)173

Table 1 Nominal composition(wt%) and gamma-prime fraction(vol%) of the alloy examined.

Alloy	Co	Cr	W	Al	Ta	Ni	γ'
TMS-1	7.5	5.5	16.6	5.2	5.1	bal.	65

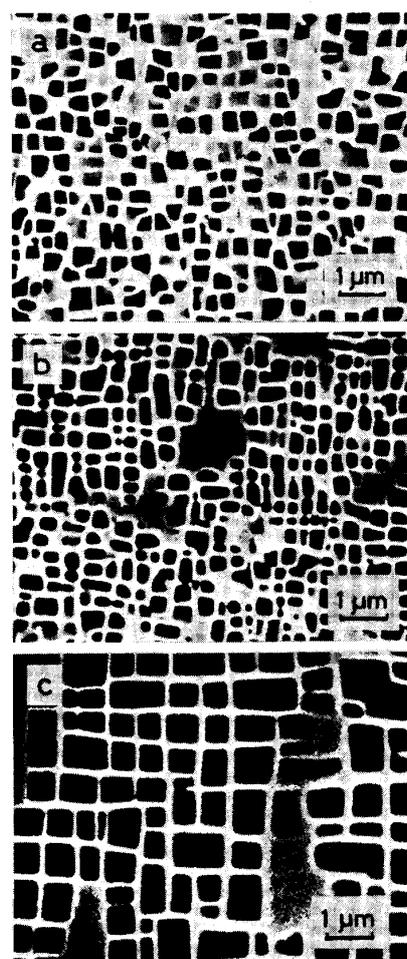


Photo.1 SEM structures on near {100} plane, after heat treatments:(a) H.T.-I, (b) H.T.-II, and (c) H.T.-III.

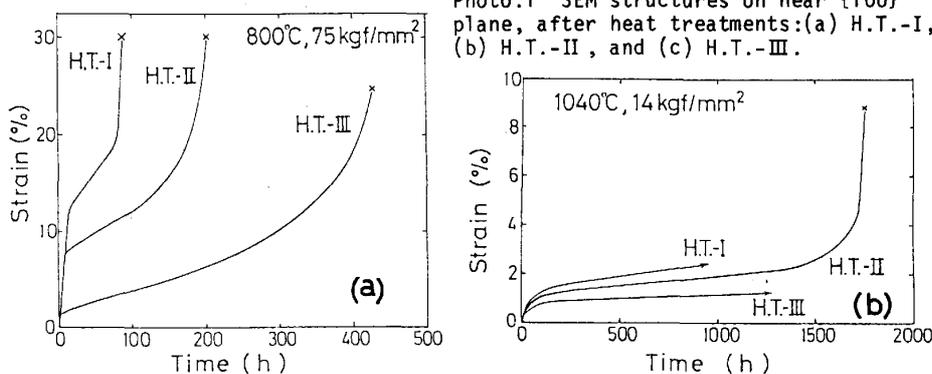


Fig.1 Creep curves for TMS-1 at 800°C,75kgf/mm² and 1040°C,14kgf/mm².