

(199) 713Cの δ と δ' を量比を変えて組合わせたNi基鋳造合金

金属材料技術研究所

山崎道天 ○原田広史

小泉 裕

1. 緒言 Ni基鋳造合金は一般に δ 量が多いものほどクリープ強度が大きいことが知られているが、一方、 δ 単相合金は著しく強度が低いと言われている。本研究では、 δ と δ' の組成を一定にしてその量比のみ変化させる一連の合金を設計し、 δ 量とクリープ強度の関係を調べた。 δ と δ' の組成としては、Inco 713Cからの分析値(表1 Krieger: Trans. ASM, 62(1969), 195より)を用いた。Coを含まない合金 Inco 713Cを選んだのは、開発合金とヘリウムタービンに使用することを想定したためである。

2. 実験方法 合金設計は、まず、表1に示した δ' 中の各元素量(at%)に δ の目標モル分率をかけ、 δ についても δ の目標モル分率をかける。得られた値を各元素について加えると、 δ と δ' が目標モル分率で存在するために必要な各元素量(at%)が得られる。その他、Cは半量が $(Ti_{0.5}Nb_{0.5})C$ 、残りの半量が $(Cr_{11}Mo_3)C_6$ として、Bは全量が $(Mo_{0.5}Ti_{0.15}Cr_{0.25}Ni_{0.10})_3B_2$ としてそれぞれ合金中に存在すると仮定し、これら化合物を作るに必要な十分な量の元素とともに加え、Zrのみは単独で加えた。合金中のC, B, Zr量は713Cと同at%とした。上記の設計法により、 δ が50, 62.5, 75, 87.5, 100モル%の5合金(順に合金17~21と呼ぶ)を設計し、真空高周波溶解して $\phi 6$ クリープ破断試験片12本ずつの予熱したロストワックスタイプに鋳込み、クリープ破断試験を行なった。

3. 実験結果 as cast材の組織観察から(写真1)、晶出した δ' の量が合金19から21へ順に増加していることがわかる。析出した δ' も含めると全 δ 量は合金17から21へと増加しており、合金21では全 δ 量は約98 vol%であった。クリープ破断試験の結果を図1に示す。市販の713C合金の組成は合金17と合金18の間にあり、したがって、市販の713C合金より δ 量のやや多いところで強度が最大となっていることがわかる。図2は1000°C, 12 kg/mm²でのクリープ曲線である。合金17~19はクリープ変形強さはほとんど差がない。合金17は割れに対する抵抗が小さい為にクリープ破断強度が低下したものと考えられる。合金20, 21ではクリープ変形強さの減少がクリープ破断強度を低下させている。他の温度、応力においても同じ傾向が見られた。なお、破断後組織の観察から、破断はすべて粒界割れによるものであることがわかった。

表1 713C中の δ, δ' の組成(at%)

相	Ni	Cr	Al	Mo	Ti	Nb
δ'	73.01	3.47	19.20	1.49	1.33	1.49
δ	63.61	24.32	8.11	3.86	0.11	

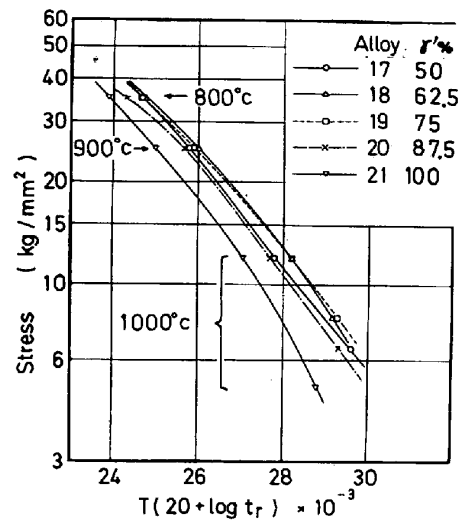


図1 クリープ破断試験結果 (T: °K, t_r: 寿命 hr)

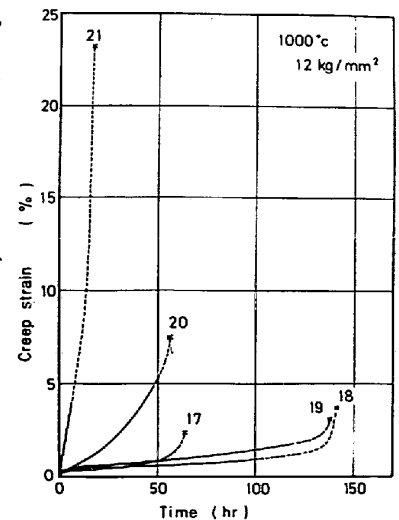


図2 合金17~21のクリープ曲線

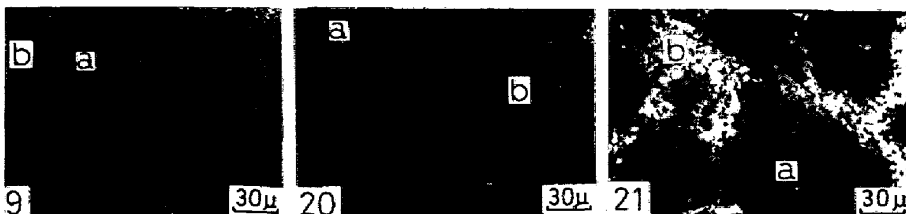


写真1 合金19(目標75% δ'), 20(同87.5%), 21(同100%)のas cast組織。a: 晶出した δ' , b: δ で凝固して δ' が析出した領域。