

(606) Ni-20Cr合金の高温クリープ特性に及ぼすNb添加の影響

東工大 大学院
工学部

○ 稲積 透
松尾 孝 田中良平

1. 緒言 著者らは先に、Ni-20Cr合金にWを20%添加すると、 γ 素地は十分に固溶強化され、かつ、Wを主成分とする α_2 相が粒界へ析出してすぐれた高温強さを示すことを明らかにした¹⁾。ところで、Wと同様に高融点金属であるNbは、Niには数%まで固溶し、これによる強化量はWより大きく²⁾、また、固溶限を超えるとNi₃Nb(β 相)による析出強化も期待される³⁾。したがって、Ni-Cr-W系合金のWをNbで置換すれば、Nbによる固溶強化と β 相による析出強化とを組み合わせた新合金を開発できよう。しかし、Ni-Cr-Nb系合金については未だ系統的な研究は報告されていない。そこで本研究ではNi-20Cr合金の高温クリープ特性及び組織に及ぼすNbの効果について検討し、Ni-20Cr-W合金と比較した結果を報告する。

2. 実験方法 C無添加のNi-20Cr合金を基本組成とし、これにNbを最高8wt%まで3水準で添加した計4種の合金を真空高周波炉にて約4kg溶製した。各鋳塊は13mm角棒に熱間鍛伸した後、1100~1250℃で1hの固溶化熱処理を施して結晶粒径を約200 μ mに調整した。クリープ試験は900及び1000℃、応力10~50kgf/mm²の範囲で行い、併せて顕微鏡による組織観察も行った。

3. 実験結果 1) Ni-20Cr合金にNbを添加すると、900及び1000℃でのクリープ破断時間は増加するが、その増加の度合はNbの添加量が4wt%以下に比べ、4~8wt%で著しく大きい。8wt%Nb添加合金の破断強さは、短時間側ではほぼNi-20Cr-20W合金に匹敵するが、長時間側では劣化の傾向を示す。また、破断伸びは、Nb4wt%以下では10%以上であるが、8wt%Nb合金では10%以下に減少する。2) Nbの添加により、Ni-20Cr合金の900及び1000℃での定常クリープ速度は減少するが、その度合は1)の破断時間と同様、4wt%を超えると著しく大きく、8wt%Nb合金では、Ni-20Cr-20W合金よりすぐれたクリープ抵抗性を示す。また、Nbが4wt%以下のNb1at%当りの定常クリープ速度の減少の度合は、Wに比べて大きい(図1)。3) 組織観察より、4wt%までのNbの添加では、900℃、1000℃ともに β 相の析出は認められない。しかし、8wt%Nb合金では、 β 相が粒界にじゅうず状に連なり、また、粒内にはウィドマンステッテン状に析出する(写真1)。4) 2)及び3)より、NbはNi-20Cr合金に900及び1000℃で少なくとも4wt%までは固溶し、その1at%当りの強化量はWよりも大きいことがわかる。5) 1)~3)より、8wt%Nb添加合金のすぐれた高温強さはNbの固溶強化と β 相の析出強化によるものと考えられる。また、この合金の長時間側での破断強さの劣化は、 β 相が粒内にウィドマンステッテン状に析出して延性を低下させるためと考えられる。したがって、今後、長時間側での特性を改善するためには、この析出形態を変化させることが重要であろう。

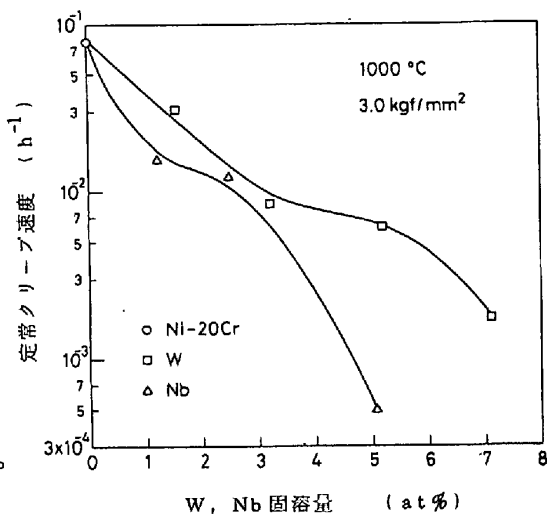


図1. Ni-20Cr合金に対するW及びNb固溶量と定常クリープ速度との関係



写真1. 1000℃、応力30kgf/mm²でクリープ破断した8wt%Nb添加合金の顕微鏡観察組織 (t_r = 41h, ×600)

文献 1) R.Tanaka, et al. :Superalloy '80, Proc. of Fourth International Symposium on Superalloys, (1980), p.481
2) 近藤義宏:博士論文,東京工業大学, (1981)
3) M.Hansen:Constitution of Binary Alloys, (1958), p.1011 (McGraw-Hill)