

(705) Ni-20Cr-3Nb-W系合金の高温クリープ特性に及ぼす粒界析出相の影響

東工大 大学院 ○川崎 薫(現・新日鉄) 竹山雅夫
工学部 松尾 孝 総合理工 田中良平

1. 緒言 著者らは先に、高温ガス炉の中間熱交換器用合金として我が国で開発されたNi-Cr-W系合金は、Wの固溶強化に加えて α_2 -W相による粒界析出強化が働くために優れた抗クリープ性が得られることをNi-20Cr-20W合金を用いて明らかにした¹⁾。また、WをNbに置き換えたNi-Cr-Nb系合金においても、高温クリープ中に β 相(Ni₃Nb)が粒界に析出すると α_2 相と同様に粒界強化に寄与することを見出した²⁾。したがって、Ni-Cr-W系合金のWの一部をNbで置換すれば α_2 及び β 両相による粒界析出強化が期待される。

そこで、本研究では900°Cで β 相が析出しないNi-20Cr-3Nb合金にWを13~17wt%までの範囲で添加し、900~1000°Cにおける高温クリープ特性及び組織の変化を調べた。

2. 実験方法 供試材として、Ni-20Cr-3Nb-13W合金(NW13)を基本組成とし、Wを15及び17wt%に増した合金(NW15, NW17)も含め、3合金を用意した。なお、比較材としてNi-20Cr-20W合金(20W)をも用いた。各合金は真空高周波炉で溶製し、13mm角棒に熱間鍛伸した後、1250°Cで1hの固溶化熱処理を施し、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°Cで行い、組織観察には光顕及び電顕を用いた。

3. 実験結果 (1) Ni-20Cr-3Nb-13W合金のW量を15wt%に増加するとクリープ破断時間及びクリープ抵抗はいずれの温度においてもわずかに増加し、17wt%まで増加するとさらに増加する。その程度は低応力側でとくに大きく、また、900°Cに比べて1000°Cでより大きい(Fig.1)。NW17でのクリープ抵抗は900°Cでは20Wを上回る。

(2) 1000°Cでは、NW13及びNW15は γ 単相であるが、NW17は粒界に α_2 相が析出する。900°Cでは、NW13は β 相が粒界にのみ認められるが、NW15及びNW17では β 相につづいて α_2 相も粒界に析出する(Photo.1)。(3) 以上の結果より、Ni-20Cr-3Nb-13W合金のWを17wt%にまで増すとクリープ抵抗が大きく増加するのは、1000°Cでは α_2 相の粒界析出強化に起因し、900°Cでは β 相に加え α_2 相の粒界析出強化も寄与しているものと推察される。また、Ni-20Cr-3Nb-17W合金のクリープ破断強さ及びクリープ抵抗がともにNi-20Cr-20W合金に比べ大きいことから、析出開始時期が異なる複数の析出相による粒界析出強化は合金開発の立場から非常に有望な強化方法であると結論される。

文献 1) 大村圭一他:鉄と鋼, 66(1980), 11, S1319

2) 植木正憲他:高温学会誌, 10(1984), 3, p.126

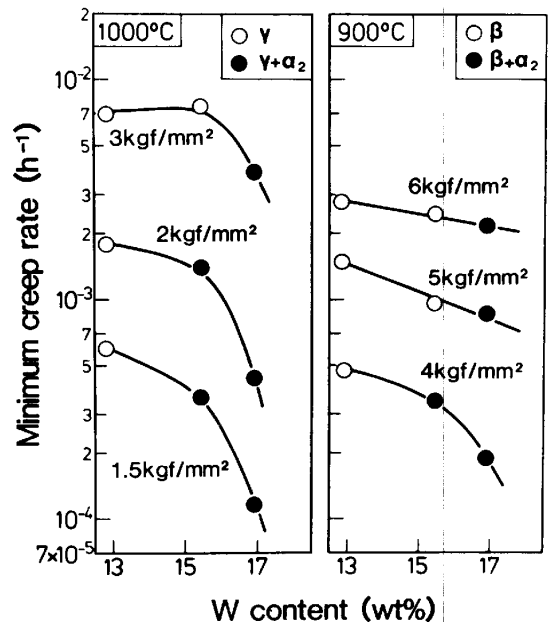


Fig.1 Effect of W on minimum creep rate of Ni-20Cr-3Nb alloy at 900 and 1000°C under various stresses.

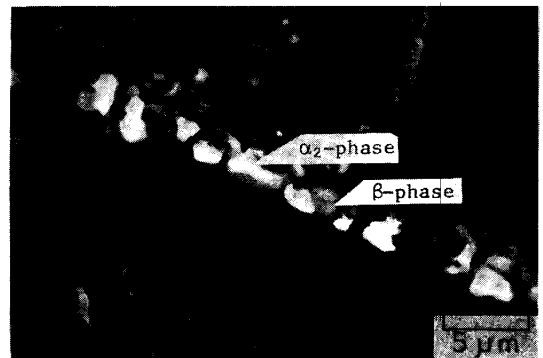


Photo.1 Reflective electron image of NW17 crept at 900°C-4kgf/mm²(t_r=413h).