

(518) Ni-20Cr-3Nb-13W合金への炭素及び(Zr+B)添加によるβ相の析出形態及びクリープ特性の変化 (Ni-20Cr-Nb-W系合金の高温クリープ特性に及ぼす微量合金元素の効果-I)

東工大 大学院 川崎 薫 竹山 雅夫 森 康範

工学部 松尾 孝 総合理工 田中 良平

1. 緒言 第1報では、Ni-20Cr-3Nb-13W合金に炭素及び(Zr+B)を添加して、1000°Cにおけるこれら微量元素の効果を調べた結果、炭素の添加はそれ自体の固溶強化及びM₂₃C₆の析出強化によりクリープ抵抗を大きく増加させること、また、(Zr+B)の添加は加速クリープ域を非常に長くして、クリープ破断強さを著しく向上させることを明らかにした。

そこで本研究では、第1報と同一組成の合金を用いて、β相が析出すると思われる900°Cでのクリープ試験を行ない、微量元素の添加によるβ相の析出形態及びクリープ特性の変化を検討する。

2. 実験方法 第1報と同一の合金を用いて、900°C、応力3~12kgf/mm²クリープ試験を行った。組織観察には光顕、走査電顕及び透過電顕を用いた。

3. 実験結果 (1) Ni-20Cr-3Nb-13W合金に炭素を添加すると、最小クリープ速度は大きく減少する。さらにZrとBを組み合わせ添加すると最小クリープ速度は一層減少し、いずれの添加の場合にも減少の度合は低応力側で大きい(Fig. 1)。

(2) 基本組成合金では粒界のみにβ相が認められ、これに炭素を添加すると、まずM₂₃C₆が粒界近傍で帯状に析出し、粒界β相の析出量は著しく減少する。さらにZrとBを組み合わせ添加するとM₂₃C₆は微細均一に粒内に析出し、これに遅れて粒界に析出するβ相の析出量は大きく増加する(Photo. 1)。

(3) (1)及び(2)の結果よりNi-20Cr-3Nb-13W合金での炭素の添加によるクリープ抵抗の増加は炭素の固溶強化とM₂₃C₆の析出強化に起因すると推論される。また、炭素添加による破断延性の低下及びさらにZrとBの組み合わせ添加によるクリープ抵抗及び破断延性の向上はいずれも粒界β相の析出量及び形状の変化に起因し、β相の形態変化はこれよりも先に析出する炭化物の析出形態に強く依存すると推論した。

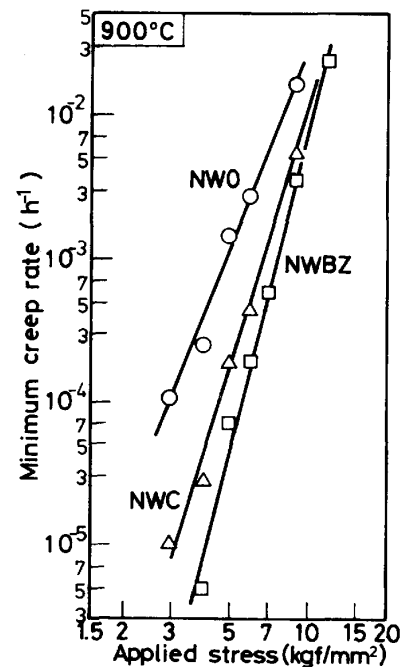
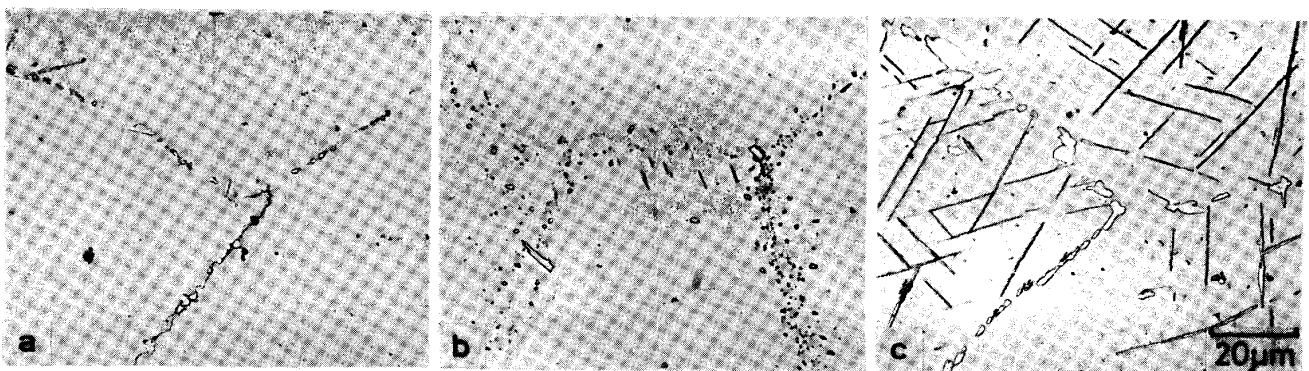


Fig. 1 Applied stress - minimum creep rate curves of NWO, NWC and NWBZ at 900°C.



(a) NWO, tr = 148 h

(b) NWC, tr = 983 h

(c) NWBZ, tr = 2093 h

Photo. 1 Microstructures of NWO, NWC and NWBZ after creep rupture testing at 900°C for more than 1000 h.