

(712) Ni基鋳造合金のクリープ特性に及ぼす粒界炭化物の効果

金属材料技術研究所 ○楠 克之、中沢静夫、山崎道夫

1. はじめに

適量の炭素添加によって、Ni基鋳造合金の高温クリープ特性（寿命及び延性）は著しく改善される。この現象が炭化物による粒界強化によるものであることはよく知られているが、クリープ曲線の形態に及ぼす炭化物の効果の詳細については不明の点が多い。本報ではこの点を解明すべく、 γ' 相を約65%含み、0.05~0.15wt%の炭素量に対してクリープ寿命が、a) 極大値を持つ、b) 飽和する、c) 単調に増大する、3種の合金系について検討を試みた。

2. 実験

5Al、9Co、1Ti、5Ta、14W、0.8Hf、2Mo、0.05Zr、0.01B、残Niを基本組成(a)とし、そのTaの一部を2Moで置換した合金(b)、及び、(b)のB量を5割増した合金(c)の炭化物添加量を0.05、0.10、0.15の3段階に変えた合計9種の合金を（凝固点+150℃）の温度から、真空中で試験片形状に鋳込み（平行部の直径6mm）、1080℃×4h→空冷、870℃×20h→空冷の熱処理を施した後、1000℃×12kg/mm²の条件下でクリープ破断試験を行った。

3. 結果

- (1) クリープ試験片中の粒径はどの合金についてもほぼ一定（3-4mm）であった。Moを含まないa合金とB量の多いc合金では共晶が多く、Moを含むb合金とc合金では粒界炭化物が多い傾向が認められた。¹⁾炭素量の増加に伴って、これらの合金中の粒界炭化物量及び共晶量は増加した。
- (2) 粒界炭化物には1-2 μ mのもの(C₁)と6-11 μ mのもの(C₂)の2種のタイプがあり、b、c合金では炭素量の増加に伴って前者(C₁)が鎖状に連なっていた。
- (3) すべての合金は粒界破断した。破断寿命(t_r)は、炭素量の増加につれて、a合金は301、1075、741hと極大値を持ち、b合金は428、1324、1488hと飽和し、c合金は678、951、1879hと単調に増大した。
- (4) 1次クリープの期間はどの合金についても100h前後、またその伸び(ϵ_1)は約0.5%であった。
- (5) 粒内 γ' は、どの合金についても、ほぼ立方体状であったが、その大きさは炭素量の増加につれて0.56-0.28 μ mへとほぼ直線的に減少した。また、2次クリープ速度は粒内 γ' の大きさに伴い、3-15×10⁻⁴%/hへと、ほぼ直線的に増大した。
- (6) 3次クリープの開始時刻(t_c;合金によって250-1100hであった)は、粒界に占める炭化物(C₁、C₂)と共晶(e)の面積の差と相関があった。
- (7) 3次クリープの期間(t_{rc} = t_r - t_c; 50-850h)は粒界の大きな炭化物(C₂)の面積(f)の対数とほぼ直線関係にあった。
- (8) 3次クリープ伸び(ϵ_3 ; 0.1-4.5%)は f 及び t_{rc} にほぼ比例した。
- (9) 以上の結果は、粒界炭化物をバインダーとする単純なモデルによって説明できる。

参考文献

- 1) K. Kusunoki, N. Sakuma, S. Nakazawa & M. Yamazaki; High Temperature Technology, in press.