

(491) 1000℃におけるインコネル617のクリープ変形に対する粒界炭化物の役割

石川島播磨重工 技術研究所 ○木原重光 大友 暁
工博 雑賀喜規

University of Denver Ph.D J.B. Newkirk

1. 緒 言

1000℃におけるインコネル617のクリープ強さには、粒界上の炭化物が重要な役割をしていると予測される。本研究は粒界炭化物のクリープ強さへの寄与を明らかにするために、形態の異なる炭化物を有する試料についてクリープ試験を行ない、その変形挙動と炭化物の形態の関連を調べた。

2. 実験方法

インコネル617 (Ni-22Cr-12Co-9Mo-1Al-0.04Ti-0.07C) の2本の丸棒 Bar1 (25mm ϕ) と Bar2 (19mm ϕ) が実験に供された。受け入れのままのもの (Bar1AR, Bar2AR), Bar1を1000℃で1000hr加熱したもの (Bar1AG), Bar1を1100℃の99.99%He中で50hr加熱して試験片全体を脱炭させたもの (Bar1DC), および Bar2を1200℃, 20hr加熱後水冷によって完全固溶化処理したもの (Bar2ST) について1000℃, 2.5Kg/mm² でクリープ試験を行ない、それぞれについて粒界炭化物の形態の変化とクリープ変形挙動を観察した。

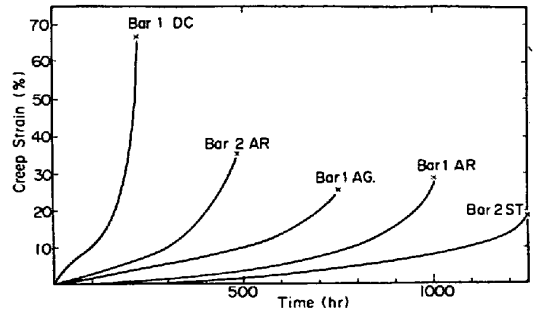


図1 各試料のクリープ曲線

3. 実験結果

- (1) 脱炭によって粒界、粒内ともに全く炭化物がなくなった試料 (Bar1DC) では、クリープ初期に写真1に示すような粒界移動が起こり定常クリープ速度は図1に示すように Bar1AR の約5倍である。粒界移動は引張方向と無関係に全ての粒界で起こる。
- (2) 図1に示すように Bar2ARとBar1AGでは直線型クリープとなり、一方 Bar1ARとBar2STでは逆せん移型クリープとなる。しかし定常クリープ速度はこれら4つの試料では大差はない。
- (3) 直線型クリープを示した Bar2ARでは、クリープ中に引張軸に平行な粒界で粒界炭化物にすき間 (炭化物のない粒界) が急速に形成され、100hrクリープ後 (伸び約2%) に炭化物のない粒界で粒界移動が認められた。同様に直線型クリープを示した Bar1AG では、試験前の1000℃, 1000hrの加熱によって粒界炭化物にすき間が形成されており、同様に100hrクリープ後 (伸び約2%) に粒界移動が認められた。一方逆せん移型クリープを示した Bar1ARとBar2STでは、粒界炭化物にすき間が形成されにくく、100hrクリープ後には粒界炭化物のすき間も粒界移動も観察されなかった。
- (4) いずれの試料においても三次クリープ段階に入り、粒界炭化物が大きく成長すると炭化物の存在する粒界においても粒界移動が生ずることが認められた。

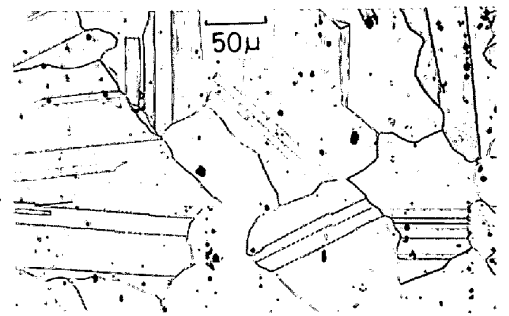


写真1 Bar 1DCにおける1000℃, 2.5kg/mm², 8hrクリープ後の粒界移動

3. 結 論

インコネル617の1000℃, 2.5Kg/mm²でのクリープ変形は粒界移動をとともなう。細かくすき間なく粒界をおおう炭化物の存在は、この粒界移動を阻止してクリープ変形を困難にすることによってクリープ強さに寄与する。試験前の処理によって粒界炭化物の成長挙動は異なり、せん移クリープ段階での変形に影響を与えるが、定常クリープ速度には大きな影響を与えないようである。