

(715) Al_2O_3 を被覆した Inconel 617 の脱炭雰囲気中でのクリープ特性

金属材料技術研究所 筑波 坂井義和, 西尾樹男
岡田雅年

1. 緒言

高温・低酸化ポテンシャル雰囲気中では、耐熱合金の機械的性質、特にクリープ破断寿命が著しく低下することが報告されている。その原因の一つとして、材料表面と雰囲気との反応によって起こる脱炭・浸炭あるいは選択酸化による固溶強化元素の表面近傍での欠乏等が挙げられる。そこで材料と雰囲気との反応によって起こるこれらの原因を抑制する目的で、材料表面に Al_2O_3 被覆を施し、真空中及び不純ヘリウム中での被覆材の腐食挙動を調べた結果、 Al_2O_3 皮膜は熱歪により多数の割れを生ずるにもかかわらず脱炭に対し非常に有効な障壁となることが認められた。これは応力下で変形を伴う条件においても同様の障壁効果が期待される。そこで脱炭雰囲気中で、クリープ試験を行い、クリープ特性におよぼす Al_2O_3 被覆の効果について検討した。(参考文献(1) Y. Hosoi and S. ABE: Metall. Trans. 6A (1975), P1171)

2. 実験方法

供試材は市販の Inconel 617 を用いた。クリープ試験片は厚さ 1mm、平行部直径 4mm、標点間距離 20mm の板状試験片で #4 まで研磨の後、その両面に活性化 r.f. マグネトロンスパッタ法により Al_2O_3 を 2~3 μm 被覆した。クリープ試験機は直荷重式で、1000 $^{\circ}C$ 、 10^{-2} torr の真空雰囲気中でクリープ試験を行った。この真空雰囲気では Inconel 617 は著しく脱炭することが確認されている。

3. 実験結果

Al_2O_3 被覆膜の割れは、引張方向に平行なものと垂直なものが観察された。この割れは静的腐食試験の結果から熱膨張による割れと考えられる。すなわち昇温時の熱歪による割れで、クリープ試験の初期段階で生ずる。このように被覆膜に割れが生ずるにもかかわらず被覆材では、その密着性が良好なことにより、脱炭・選択酸化が抑制された。Photo. 1 に非被覆材及び Photo. 2 に被覆材のクリープ試験後の材料表面の SEM 写真を示す。非被覆材では多数の粒界割れが観察される。一方被覆材ではクリープ歪によって助長された引張方向に垂直な被覆膜の割れが観察されるが、糸離れはなく破断部近傍においても材料と被覆膜の密着性は良好であった。Fig. 1 に応力 $\sigma = 0.9 kg/mm^2$ の非被覆材と被覆材の 1000 $^{\circ}C$ 、 10^{-2} torr 真空中でのクリープ曲線を示す。被覆材では、非被覆材と比較して 5 倍以上のクリープ破断寿命がある。また被覆材の二次クリープ速度が非被覆材のそれよりもはるかに遅いことから被覆材においては、脱炭が抑制されたことにより粒界の炭化物が粒界すべりをおさえていると考えられる。この事は Photo. 2 から明らかである。また、もう一つの効果として皮膜そのものが材料表面において粒界すべりを拘束している可能性も考えられる。これについては追試験を行ってさらに検討する。



Photo.1. Scanning micrograph of Inconel 617, creep tested in 10^{-2} torr vacuum at 1000 $^{\circ}C$ under 1.5 kg/mm 2 . Tr=52.4hr.

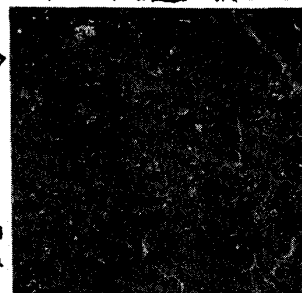


Photo.2. Scanning micrograph of Al_2O_3 coated Inconel 617, creep tested in 10^{-2} torr vacuum at 1000 $^{\circ}C$ under 1.5 kg/mm 2 . Tr= 340.4hr.

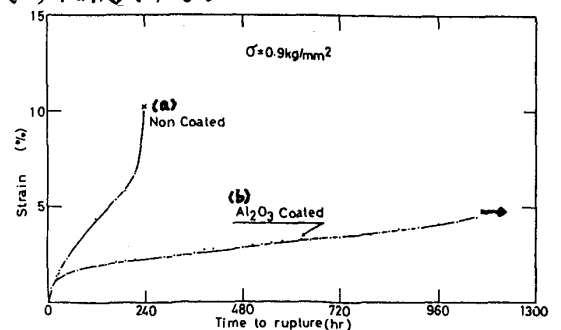


Fig.1. Creep curves in 10^{-2} torr vacuum at 1000 $^{\circ}C$ under 0.9 kg/mm 2 . (a) Not coated (b) Al_2O_3 coated