

(503) 高温腐食を受ける Fe-Ni-Cr系実用耐熱合金のクリープ破断特性

東京都立大学大学院

○水野 裕之

東京都立大学工学部

吉葉 正行

宮川 大海

1. 緒言 化石燃料をエネルギー源とするガスタービンやディーゼル機関などの高温機器に用いられる耐熱合金においては、燃焼ガス中のSなどに起因する高温腐食によって著しい強度劣化を生ずることが実用上重大な問題である。このうち特に高温腐食によるクリープ破断特性の劣化に関しては近年関心が高まっているが、材料学的見地からの系統的な研究は十分行われてはいない。そこで本研究では、一連の Fe-Ni-Cr系実用耐熱合金のクリープ破断強度と破断挙動に及ぼす高温腐食環境効果について、材料学的見地から詳細に検討を加えた。

2. 供試材および実験方法 供試材は、Fe-Ni-Crを基本組成とする実用耐熱合金から、14種を選び、SUS 304, 316, 309S, A286, Incoloy 800H, Fe-42Ni-15Cr, Fe-42Ni-15Cr-3Mo, Inconel 718(Ni-20Cr-18Fe-5Nb-3Mo), 600(Ni-15Cr-8Fe), 601(Ni-20Cr-15Fe), X-750・751(Ni-15Cr-6~8Fe-Ti-Al), Nimonic 75(Ni-20Cr), 80A(Ni-20Cr-Ti-Al)を用いた。熱処理条件は、基本的には実用条件に準拠したが、クリープ破断強度に重大な影響を与える結晶粒径を100~200 μ m程度に調整するために溶体化温度を制御した。クリープ破断試験は、 ϕ 5 \times 30mm G.L.の平滑試験片を用い、これに90%Na₂SO₄+10%NaCl合成灰を40mg/cm²の割合で200h毎に繰り返して塗布して腐食環境を設定し、800 $^{\circ}$ C 静止大気中で実施した。

3. 実験結果 Fig.1 に大気中と腐食環境中での100hクリープ破断強度および腐食破断強度比を示す。腐食環境中での破断特性は、合金系や強化機構に依存して合金間で著しく異なる。析出硬化型の高強度合金の腐食環境強度は、Ni量が40~55%で最高であるが、Ni量が70%以上になると最低となる。一方固溶強化型合金の腐食環境強度特性は合金系(Ni量)によらずほぼ一定である。また、顕微鏡、EPMA分析などによる破断挙動の詳細な観察の結果、このような腐食環境強度の相違は腐食による破断挙動の変化と密接に関連しており、さらに、腐食環境中での破断挙動は次の3種類に大別できることがわかった。(1)Inco.718などの高Ni含有の析出硬化型Ni-Fe基合金は大気中とほぼ同様に表面および内部き裂の成長・合体によって破断し、腐食環境の影響は最小限に抑えられる(タイプA)。(2)Inco.751, Nim.80Aなどの析出硬化型Ni基合金は、大気中とは全く異なった機構により、内部粒界き裂の発生に優先したNi硫化物主体の選択的粒界侵食の急速な伝ばにより早期に破断するため最も顕著な強度劣化を生ずる(タイプC)。(3)SUS304, Inco.600などの低強度高延性合金はタイプAとCの中間的な破断挙動を示す(タイプB)。このような腐食環境中での破断挙動の相違が、応力下での選択的粒界侵食に対する抵抗性に依存することを明らかにし、さらにはこれに対する材料因子の影響について考察した。

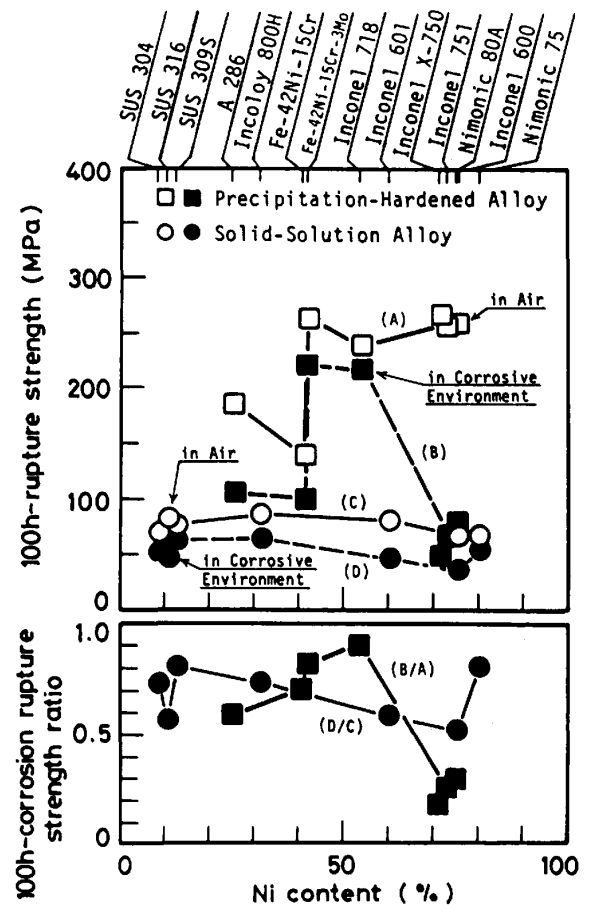


Fig.1 Creep rupture strength and its corrosion sensitivity of different alloy specimens.