

(500) Ni基耐熱合金のクリーフ破断特性におよぼす高温硫化腐食の影響

東京都立大学工学部 ○吉葉正行 宮川大海 坂木庸晃
日鍛バルブ(株) 藤代 大

1. 緒言 高温硫化腐食は航空機用ガスタービンやディーゼル機関などの比較的高品位の燃料油を燃焼する機関においてとくに問題となるが、高温強度の観点からこれらに多用されているNi基耐熱合金は粒界腐食に対する感受性が強く、腐食による強度低下が著しい。そのため高温硫化腐食に関する研究は実用上重要なAlやCrの防食処理とともにかなり精力的に行われているが、腐食の強度におよぼす影響については未だ不明な点が多い。本研究では合成灰塗布によって腐食環境を設定し、Ni基耐熱合金のクリーフ破断特性への高温硫化腐食の影響について検討した。

2. 供試材および実験方法 供試材として表1の化学組成をもつInconel 751を用いた。1200°C×2hr WQ + 750°C×24hr ACの熱処理後、平行部5φ×30mm、表面粗さ#500のクリーフ破断試験片に加工した。合成灰の組成は腐食の最も激しい90% Na₂SO₄+10% NaClとし、試験片平行部に40mg/cm²の割合で塗布した。クリーフ破断試験は、合成灰塗布による硫化腐食の基礎研究結果に基づいて合成灰の融点(785°C)以上の800°Cで腐食効果の期待できる500hr程度まで

表1 供試材の化学組成 (Inconel 751, wt%)

C	Si	Mn	S	Ni	Cr	Ti	Al	Fe	Cu	Nb+Ta
0.06	0.15	0.06	0.007	Bal.	14.53	2.39	1.07	6.52	0.03	0.96

で行い、破断後および試験途中の試料について組織観察、破面観察、EPMA分析などを行った。

3. 実験結果 合成灰塗布による腐食クリーフ破断試験で得られた応力と破断時間の関係を大気中の結果とあわせて図1に示す。腐食環境中では破断強度に大きなバラツキがみられるが、これを大気中に対する破断強度比で表わすと0.55~0.75となり、腐食による強度低下が著しいことがわかる。また大気中と腐食環境中のクリーフ曲線の一例を応力21kg/mm²の場合について図2に示すが、腐食による加速クリーフの早期開始と加速クリーフ期の短縮、そして破断伸びの著しい低下が特徴的である。硫化腐食により表面酸化層の下には硫化物層が形成されるため、応力を負担できる有効断面積が減少して最小クリーフ速度は若干増大する。そこで断面積の減少分を補正すると腐食環境中の最小クリーフ速度は大気中とほぼ同程度になる。したがって腐食はクリーフ変形挙動よりもむしろクリーフ破断挙動、つまり粒界き裂の発生と進展過程を支配すると考えられる。すなわち大気中では材料表面あるいは内部で発生する多数の粒界き裂が徐々に合体してクリーフ破断に至るが、腐食環境においては、本実験範囲の応力レベルではクリーフ変形に起因する内部き裂の形成は全くみられない。しかし腐食環境中では定常クリーフ段階ですでにNi硫化物の形成によると考えられるきわめて細かい粒界腐食が内部に深く進入しており、これらが開口して表面き裂となる。そしてこのうちの1~2本が主き裂となり急速に進展する。この粒界腐食の進展速度は無応力下でのSの粒界拡散により推定される速度よりもはるかに大きい。また腐食環境中で最終破断したと思われる領域はかなり平滑なディンプル破面を呈しており、粒内破壊である。

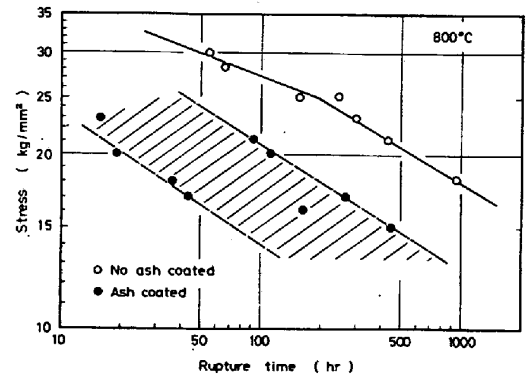


図1 クリーフ破断試験結果

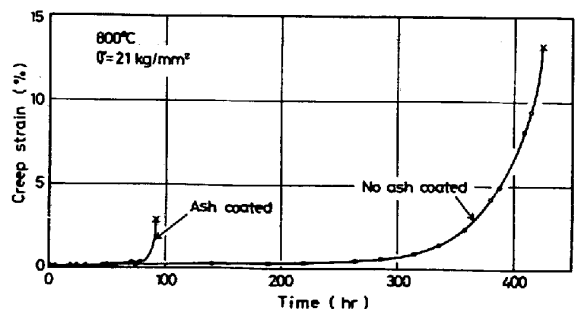


図2 大気中および腐食環境中でのクリーフ曲線