

(612) 疲労とクリープの相互作用を受けるNi基耐熱合金の強度特性への高温酸化腐食の影響

東京都立大学大学院 浜中 達也 工学部 吉葉 正行
東京都立大学工学部 宮川 大海 日鍛バルブ(株) 藤代 大

1. 緒言 耐熱合金は実用上クリープと疲労の相互作用を受ける場合が多く、そのうえ腐食環境の影響も考慮さなければならぬ。しかし従来、疲労とクリープの相互作用による高温破壊に関して腐食環境までを導入した研究は十分に行われていない。そこで本研究では、Ni基耐熱合金の高温酸化腐食環境中での疲労、クリープおよび繰返しクリープ試験を行い、おもに破壊形態に着目して種々の高温強度特性への腐食環境の影響を大気中の場合と比較検討した。

2. 供試材および実験方法 供試材はTable 1に示すInconel 751で1200°C×2h WQ + 1120°C×1h WQ + 800°C×24h ACの熱処理を施した。試験片には寸法効果を調べるためφ8とφ5(ともに10mm G.L.)の平滑材を用い、#500までエメリー研磨した。クリープ(a), 繰返しクリープ(b, c, d), 疲労(e)試験はいずれも油圧サーボ式引張圧縮疲労試験機を用い、Table 2に示す負荷条件で荷重制御で行った。以下、引張負荷における最大応力(σ_{max})をもって試験応力とする。応力比($\sigma_{min}/\sigma_{max}$)は-1または0である。腐食環境を設定するために、 Na_2SO_4 90% + $NaCl$ 10%の合成灰を40 mg/cm²の割合で平行部に塗布し、25 mm毎の繰返し塗布により、腐食効果を持続させた。試験温度は800°Cである。

Table 1 Chemical composition of Inconel 751 (wt.%)

C	Si	Mn	S	Ni	Cr	Ti	Al	Fe	Cu	Nb+Ta
0.09	0.20	0.53	0.007	Bal.	16.07	2.05	1.10	5.74	0.05	1.18

Table 2 Various loading conditions.

Wave forms	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
Hold time / Period	1.0	0.8	0.5	0.5	0
Stress ratio		-1	-1	0	-1

3. 実験結果 Fig. 1に大気中および腐食環境中での破断寿命ならびに腐食破断寿命比(腐食中破断寿命/大気中破断寿命)と各負荷条件における1サイクル当りの保持時間の割合の関係を示す。大気中では応力レベルによらず保持時間の割合が大きいかほど短かく、破断寿命に対してクリープ損傷が支配的であることを示している。一方腐食環境中では、高応力側での寿命は疲労と繰返しクリープ条件下で同程度であるが、クリープにおいてはこれより低下が小さい。したがって高応力側における腐食による寿命の低下はクリープよりも疲労において著しい。これに対し、低応力側では負荷条件による寿命の相違はほとんど認められず、破断寿命に対して腐食が支配的因子となることを示している。縦断面組織観察ならびに破面観察の結果、このような各負荷条件での破断寿命における腐食感受性の相違は破壊様式の変化と密接に関連することがわかった。すなわち、疲労における破壊は大気中では粒内または双晶境界で起こるが腐食環境中ではおもに粒界破壊である。したがって疲労においては、高温酸化腐食は破壊様式を粒内から粒界へと変化させ、さらには粒界侵食が疲労き裂の発生過程までも支配するために破断寿命に著しい低下を生じたものと考えられる。一方、引張保持を伴う場合には、大気中、腐食環境中とも粒界破壊の様相を呈しており、したがって破断寿命に対する腐食の影響は疲労の場合ほど顕著ではない。

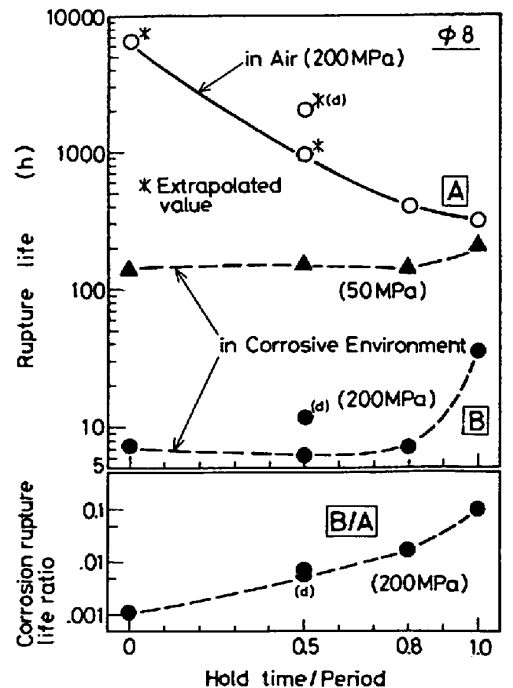


Fig. 1 Rupture properties in various loading conditions at 800°C.