

# (539) 316ステンレス鋼のクリープき裂伝播挙動に 及ぼす破壊様式の影響

金属材料技術研究所

田淵 正明, 八木 晃一

大場 敏夫

1. 緒言 材料のクリープ変形・破壊様式は、温度・応力条件によって様々である。したがって欠陥を含む高温機器のクリープ条件下でのき裂伝播挙動もまた破壊様式によって影響されることが考えられる。著者らはクリープき裂伝播挙動とクリープ損傷様式の関連を、金属学的、力学的立場から系統的に調べている。本研究は、3種類の破壊様式を示す SUS 316 鋼について、各破壊様式に対応する条件でのクリープき裂伝播挙動を調べ、クリープ伝播挙動と損傷様式の関連を検討したものである。

2. 実験方法 試験片は SUS316鋼のCT試験片(板厚12.7mm)を用いた。これに約2.5mmの疲労予き裂を導入し、サイドグループ(20%)を入れた。クリープき裂伝播試験は550, 650, 750℃で、Fig.1に示すような種々のクリープ破壊様式に対応する正味断面応力( $\sigma_{net}$ )を選んで行った。き裂長さの計測には直流電気ポテンシャル法を用いた。供給電流は5Aとし、き裂をはさむ電位差を1000倍に増幅して測定した。電位差のき裂長さへの換算には、H. Johnsonの式<sup>1)</sup>を用いた。また伸び計を用いて荷重線上のき裂開口変位を測定した。

3. 実験結果 得られた主な結果を示す。

1) CT試験片と平滑試験片の破断時間を $\sigma_{net}$ を基準にして比較した(Fig.1)。CT試験片は平滑試験片と比べて特に650℃・低応力及び750℃で著しい切欠き強化を示した。

2) SEMで破断後の試験片の破面を観察した結果、き裂は550℃では粒界を、750℃では主として粒内を進展していた。650℃ではき裂成長のごく初期は粒界破壊で、その後粒内を進展していた。この破面観察結果は平滑試験片で得られたクリープ破壊機構様式と対応している(Fig.1)。

3) Fig.2にき裂成長曲線を示す。き裂長さ( $a$ )は遷移-定常-加速の形態を示した。荷重線変位の変化( $\delta$ )も同様であった。き裂が粒界を進展した550℃では、750℃と比較してき裂は定常域でほとんど進展せず、加速域で急速に成長する傾向を示した。

4) Fig.3に応力拡大係数( $K$ )とき裂成長速度( $da/dt$ )との関係を示す。

$da/dt$ - $K$ 関係には温度依存性がある。650℃と750℃は同じ傾きを持っているが、550℃の傾きはそれよりも大きい。また同じ温度では荷重の低い方、すなわち長時間試験の方が、同じ $K$ の値に対する $da/dt$ が大きい。

5) Fig.4はき裂成長速度( $da/dt$ )とき裂開口変位速度( $d\delta/dt$ )の関係を示したものである。両者は良い相関関係にあるが、著しい延性を示した750℃では $d\delta/dt$ に比べ $da/dt$ が小さい。また $C^*$ 積分<sup>2)</sup>を用いてき裂成長速度をよく整理できた。

## 参考文献

- 1) H. Johnson, Materials Research and Standard, 5(1965), 442.
- 2) G.A. Webster, Engineering Approaches to High Temperature, edited by B. Wilshire, (1983), pp.1-55, Pineridge Press.

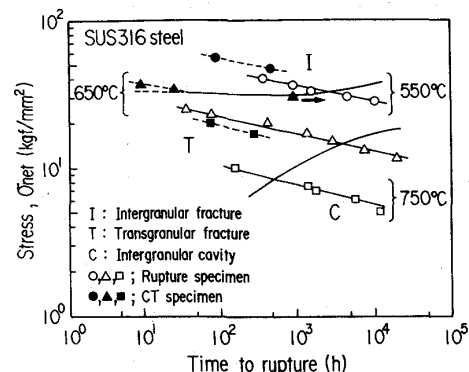


Fig.1 Creep fracture mode map

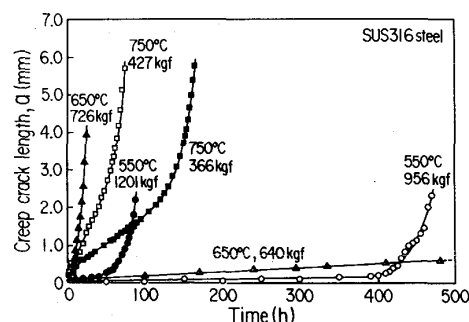


Fig.2 Creep crack growth curves

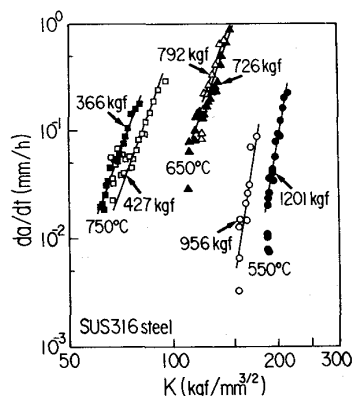


Fig.3 Relation of  $da/dt$  vs.  $K$

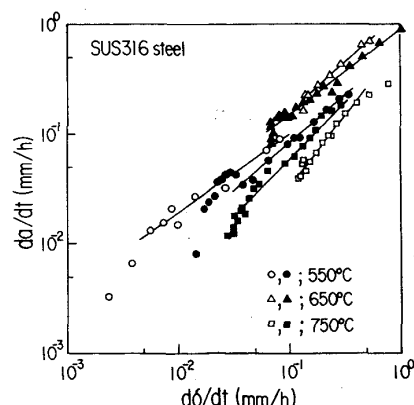


Fig.4 Relation of  $da/dt$  vs.  $d\delta/dt$