

(441) SUS 316 鋼の高速増殖炉温度領域における疲労強度の特異性

石川島播磨重工 技術研究所 ○野中 勇 北川正樹
大友 暁 深川宗光

1. はじめに

高速増殖炉温度領域(500~600°C)におけるSUS 316 鋼の疲労強度は、ひずみ速度に影響されるが、単にクリープ効果として説明することはできず、この温度領域の特異性としての動的ひずみ時効⁽¹⁾、Crカーバイドの粒界析出などが考えられる。このため、設計において、SUS 316 鋼の疲労強度のひずみ速度依存性をクリープ効果として評価することは危険である。本研究では、ひずみ速度依存性の原因を明らかにするために、対称波、鋸歯状波($\dot{\epsilon}_T=1\sim 0.001\%/sec$, $\dot{\epsilon}_C=1\sim 0.01\%/sec$)ひずみ制御低サイクル疲労試験を行なった。

2. 実験結果および考察

(1) 鋸歯状波において、 $\dot{\epsilon}_T$ の低下とともに疲労寿命も低下するが、これは、同じひずみ速度の対称波の寿命と比較して明らかな様に、鋸歯状波自体の効果によるものではなく、 ϵ_T にのみ依存している。(Fig. 1 参照)すなわち、 $\dot{\epsilon}_C$ を低下させても寿命は低下しない。 $\dot{\epsilon}_T$ で疲労寿命を整理することができる。(Fig. 3 参照)

(2) Fig. 2に示す様に、 $\dot{\epsilon}_T > 0.01\%/sec$ では $\dot{\epsilon}_T$ の低下にともない非弾性ひずみ範囲が低下し、応力振幅が増大する。これはクリープ効果では説明できない。また、 $\dot{\epsilon}_T = 0.001\%/sec$ では、非弾性ひずみが再び増大し、クリープ効果が現われる。

(3) 走査電顕による破面観察では、 $\dot{\epsilon}_T < \dot{\epsilon}_C$ の場合、 $\dot{\epsilon}_T < 0.05\%/sec$ で粒界破壊が主であるが、 $\dot{\epsilon}_T > \dot{\epsilon}_C$ の場合、 $\dot{\epsilon}_C = 0.01\%/sec$ でも粒内破壊である。

(4) 時効材(650°C×10hr, 700°C×1000hr)で同様な実験を行なった結果、高ひずみ速度では、非時効材と寿命は変わらないが、非時効材の様な、 $\dot{\epsilon}_T$ の低下にともなう寿命の大きな低下は観察されない。これは、Crカーバイドの粒界析出により粒界が強化されたためと考えられる。

3. まとめ

(1), (2)よりSUS 316 鋼の疲労寿命のひずみ速度依存性は、所謂粒界すべりをともなうクリープ効果によるものでなく、動的ひずみ時効によるものと考えられる。(3), (4)より、粒界破壊のメカニズムは、クリープ効果による粒界弱化ではなく、動的ひずみ時効による粒内の強化が相対的に粒界を弱めたものと考えられる。

参考文献(1): 平川, 時政, 外山: 材料, 27, 301 (1978), P. 948

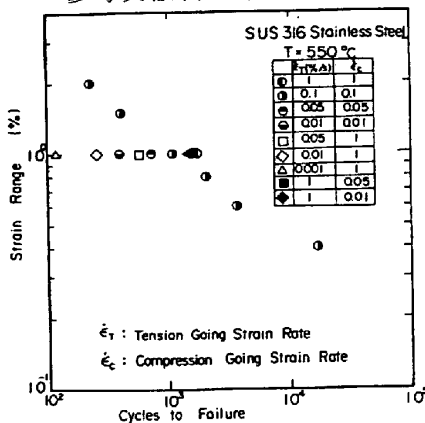


Fig. 1 Fatigue Life of SUS 316 Stainless Steel under the Symmetric and the Unsymmetric Cyclic Straining

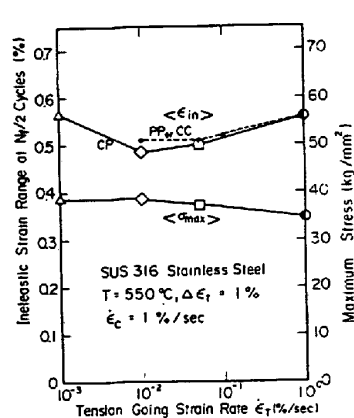


Fig. 2 Inelastic Strain Range and Stress Amplitude

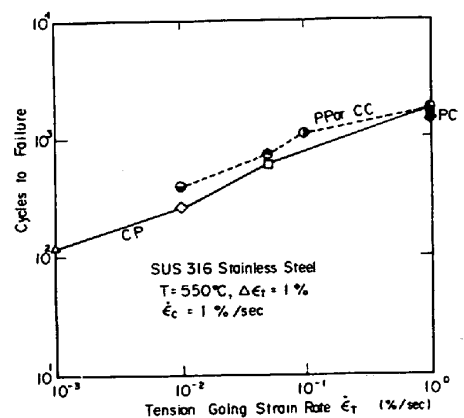


Fig. 3 Fatigue Life vs. Tension Going Strain Rate