

(270) オーステナイト系ステンレス鋼の高温低サイクル疲労挙動に及ぼす
温度、ひずみ速度の影響

住友金属工業(株) 中央技術研究所 西岡邦夫, 行俊照夫, 平川賢爾
○時政勝行, 外山和男

1. 緒言

高温で材料が繰返し負荷を受ける場合、疲労とクリープの重畳効果により材料の使用寿命が低下することが指摘され、現在その検討が各種材料について急がれている。本研究では、その一環としてオーステナイト系ステンレス鋼 SUS 321 の高温低サイクル疲労挙動に及ぼす温度、ひずみ速度の影響を調べた。

2. 実験方法

供試材 SUS 321 の化学成分を表 1 に示す。高温低サイクル疲労試験片は、18°に冷間引抜後溶体化処理され丸棒より採取された。室温での機械的性質を表 2 に示す。試験片直径は 10mm、標尺距離 25mm である。試験装置は MTS 製高温疲労試験装置を用いた。本研究での試験条件を表 3 に示す。

3. 結果

(1) オーステナイト系ステンレス鋼 SUS 321 はいずれの試験温度においてもひずみの繰返しに伴い著しい硬化 (Cyclic Hardening) を示す。550°C の場合、図 1 に示すごとく、ひずみ速度が小さい程硬化が大きい。これは、ひずみ時効によるものと推定される。

(2) 550°C の疲労寿命に及ぼすひずみ速度の影響を図 2 に示す。同一大きさの全ひずみ範囲の場合、ひずみ速度が小さくなるに伴い疲労寿命が低下する傾向が認められる。また、同一大きさの全ひずみ範囲に占める非弾性ひずみ範囲 $\Delta \epsilon_{in}$ の大きさは寿命の低下とともに減少している。これはクリープ変形による $\Delta \epsilon_{in}$ の増加よりも、ひずみ時効による $\Delta \epsilon_{in}$ の減少が著しいことを示すものである。したがって、この場合のひずみ速度の影響による寿命の低下を単にクリープの影響として論ずるには若干問題がある。この点今後検討する必要がある。

(3) ひずみ速度 $\dot{\epsilon} = 2 \times 10^{-3}/\text{sec}$ の場合の疲労寿命に及ぼす試験温度の影響を図 3 に示す。温度の上昇とともに疲労寿命 N_f は

$$N_f \propto \exp(1/T(^{\circ}\text{K}))$$

にしたがって低下することが分る。また、同一大きさの全ひずみ範囲に占める非弾性ひずみ範囲 $\Delta \epsilon_{in}$ の温度による変化は 500°C ~ 600°C の間では少なく、650°C と 700°C の間で増加が著しい。

表 1 供試材の化学成分 (wt %)

C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	Ti
0.08	0.53	1.69	0.018	0.007	10.55	17.70	0.03	0.02	0.46

表 2 室温における機械的性質

0.2% 耐力	引張強さ	伸び	絞り
25.7 kg/mm ²	58.3 kg/mm ²	56.0 %	69.0 %

表 3 試験条件

液 形	試験温度°C	ひずみ速度 ($\dot{\epsilon}$)
軸ひずみ 制御完全 両振三角 波	500 °C	$2 \times 10^{-3}/\text{sec}$
	550 °C	$10^{-3}/\text{sec}$, $2 \times 10^{-3}/\text{sec}$, $4 \times 10^{-3}/\text{sec}$
	650 °C	$2 \times 10^{-3}/\text{sec}$
	700 °C	$2 \times 10^{-3}/\text{sec}$

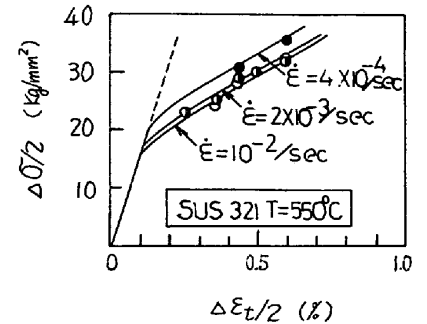


図 1 繰返し応力ひずみ田線

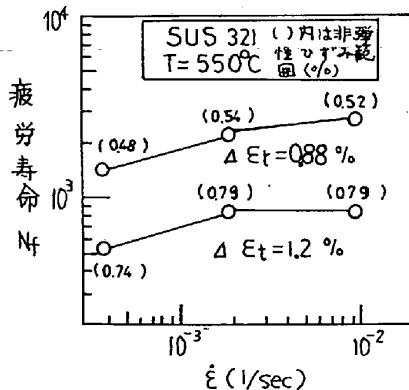


図 2 ひずみ速度の影響

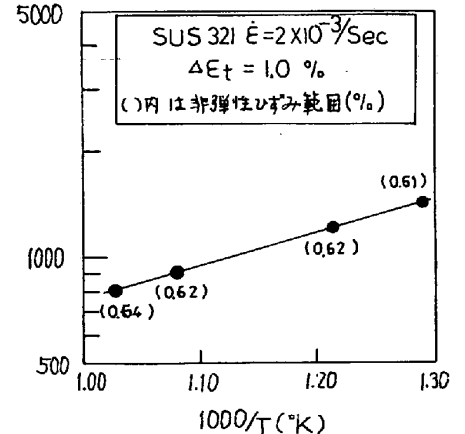


図 3 温度の影響