

669.15'24'26-194.56: 539.431: 620.178.82: 620.186.4

(303) SUS321鋼の高温低サイクル疲労における粒界き裂と粒内き裂の伝ば速度

金属材料技術研究所 山口弘二、金澤健二、吉田進

I 緒言 高サイクル疲労では高温を含め数多くの材料についてき裂の伝ば速度が求められており、き裂伝ば速度は応力拡大係数とまとのられる。しかし低サイクル疲労では全面降伏が起こる条件とあるため線形破壊力学を基礎とする応力拡大係数は適用できない。一般に高温低サイクル疲労ではひずみ速度(周波数)依存性が顕著で、き裂伝ば速度も高サイクル疲労ほど数多く求められていない。この報告は試験片の破面からき裂の伝ば速度を求め、温度、ひずみ幅およびひずみ速度の依存性を調べたものである。

II 実験方法 供試材は市販の SUS 321-B 鋼を 1200°C-0.5 hr の溶体化処理をした。疲労試験はひずみ制御、完全面振り、三角波で行なった。温度は室温から 700°C まで、ひずみ速度は 0.4 と 40 %/min である。試験片の形状は図 1 に示す。き裂の伝ば速度は破面の走査型顕微鏡観察より求めた。すなわち、疲労破面が粒内型の場合疲労特有の条こんが見られ、条こん間隔を 1 サイクル当りのき裂伝ば速度とした。高温、低ひずみ速度では破面が粒界型となり、条こんが見られない。この場合 40 %/min と 0.4 %/min のひずみ速度の三角波を交互に(約 30 サイクル毎)与えた試験を行なった。

III 実験結果 室温、450°C のすべての試験条件、および 600°C、700°C でひずみ速度が 40 %/min のとき破面は全面粒内き裂で、条こん間隔よりき裂伝ば速度を求めた。その一例を図 2 に示す。ここで dl/dN は 1 サイクル当りのき裂伝ば速度、 l は破面上でき裂の起点からの距離である。一方 600°C、700°C でひずみ速度が 0.4 %/min のとき破面は粒界型となる。そこで 700°C について、40 と 0.4 %/min をある繰返し数毎に交互に与える試験を行うと、破面上には条こんのある粒内き裂の領域と、粒界き裂になる領域が交互に現われる。この粒界破面の領域の幅を与えた繰返し数で割って求めた平均的な粒界き裂の伝ば速度を図 3 に示す。700°C の粒内き裂の伝ば速度 ($\dot{\epsilon} = 40$ %/min の条件)も同時に示した。

これから粒界き裂の伝ば速度は、同じひずみ幅の条件で粒内き裂の伝ば速度に比べ著しく大きいことがわかる。また 700°C のき裂伝ば速度は

$$\frac{dl}{dN} = 37 \times 10^{-3} (\Delta \epsilon_p)^{1.6} (\dot{\epsilon})^{-0.46} l^{1.3}$$

と表わされた。ただし $\dot{\epsilon}$: %/min, $\Delta \epsilon_p$: %, l : mm とある。

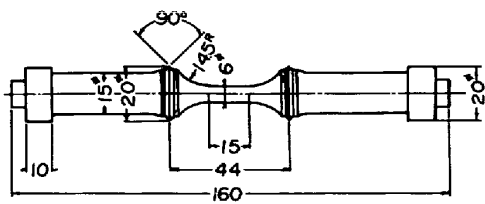


図 1. 試験片の形状

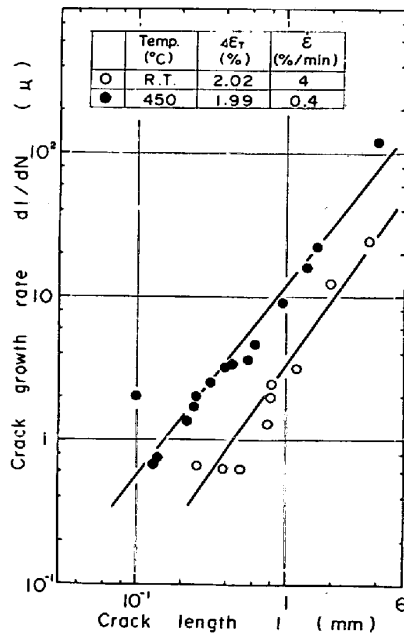


図 2 粒内き裂伝ば速度

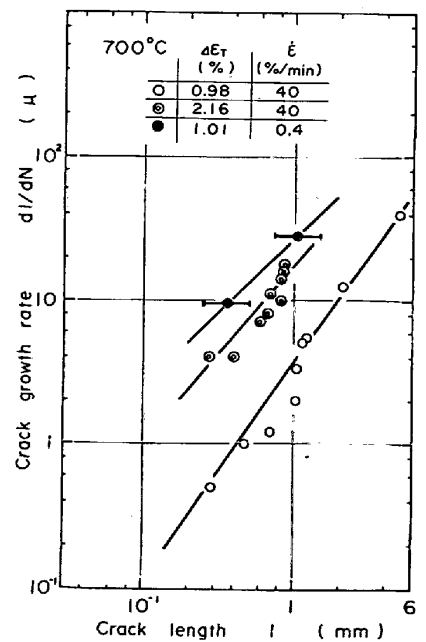


図 3 700°C における粒界および粒内き裂伝ば速度