

フリープき裂伝ば速度に及ぼす諸因子の影響

京都大学・工学部

平 修二 (正 員)

同 上

大谷隆一 (正 員)

同 上・大学院 ○北村隆行 (学生員)

フリープき裂伝ばに影響を及ぼす因子は数多い。本研究においては、特に温度、雰囲気、試験片形状、応力状態(平面ひずみと平面応力)、予クリープの各因子に着目し、フリープき裂伝ば速度に及ぼす影響を調べた。なお試験片は薄肉円筒試験片(CN)と環状切欠試験片(RNB)であり、その形状、寸法は図1(a), (b)に示す。

1. 温度の影響 S15C鋼(CN-M), 400℃および500℃の結果を図2, 3に示す。なおフリープ丁種分 $\dot{J}$ は $\dot{J} = \frac{\sigma_{net}}{\sigma_{net} + 1} \sigma_{net} \dot{V}$ を用いて求めた。 σ_{net} はフリープ指数、 $\dot{V}$ はき裂中央開口変位速度。以下CN試験片については同様の方法により $\dot{J}$ を求めている。正味断面公称応力 σ_{net} では400℃, 500℃き裂伝ば速度 $d\ell/dt$ は、各々一本の直線を示しているが、両直線の差異は大きく温度の影響は顕著である。しかし、フリープ丁種分 $\dot{J}$ で整理すると500℃の方が400℃より同一 $\dot{J}$ 値に対して $d\ell/dt$ がわずかに大きいものの、その差異は σ_{net} と比較すると極めて小さい。またSTS316鋼(CN-M) 600℃および650℃でも同様の結果を得た(図6)。

2. 雰囲気の影響 S15C(CN-M), 400℃, 大気中および真空中の結果を図2, 3に示す。 σ_{net} に対しては両者のき裂伝ば速度 $d\ell/dt$ は異った依存性を示すのに対し、 $\dot{J}$ では一本の直線上にあり、統一的に $\dot{J}$ で整理できることが解かる。

3. 形状の影響 S15C(CN-S, M, L) 400℃の結果を図4, 5に示す。 $\dot{J}$ では $d\ell/dt$ は全体が一本の直線にのり、その集まりも良い。一方、従来よりき裂半長を板中の半分 W で無次元化した $\ell^* = \ell/W$ の伝ば速度 $d\ell^*/dt$ は σ_{net} で整理できることが報告されているが、本研究では図4に示すように上記のような結果を得ることができなかった。しかし同図に併記されている環状切欠(RNB-S, L)試験片においては、同一 σ_{net} 値に対しL型の方がS型より $d\ell/dt$ は大きく、無次元化すると σ_{net} で整理することができると示す。

4. 応力状態(平面応力と平面ひずみ)の影響 S15C, 400℃の条件下で、平面応力状態に近い薄肉円筒試験片(CN)とひずみ拘束が強く平面ひずみ状態に近い環状切欠試験片(RNB)を用いて試験を行ない、両応力状態下の相違を調べた。結果を図4, 5に示す。ただしRNBの $\dot{J}$ は $\dot{J} = \frac{\sigma_{net}}{\sigma_{net} + 1} \sigma_{net} \dot{V}$ を用いて求めた。 $d\ell/dt$ は σ_{net} で整理すると大きな相違を示すのに対して、 $\dot{J}$ で整理するとかなりよく一致する。しかし、同一 $\dot{J}$ 値に対し、RNBの $d\ell/dt$ はCNの1/5~1/10程度である。

5. 予クリープの影響 S15C, 400℃およびSTS316, 650℃平滑丸棒試験片に $\epsilon = 0.20$ の予クリープを与えた後、CN-M型試験片に切り出してき裂伝ば試験を行った。まずSTS316の結果を図6に示す。なお同材650℃の破断延性は $\epsilon_f = 0.22$ である。予クリープ材の $d\ell/dt$ は予クリープを与えないものより同一 $\dot{J}$ 値に対して大きい。これは $\dot{J}$ がき裂先端のひずみ速度を表わすパラメータであって、予クリープによって導入された損傷の蓄積による影響を表わしえないためと考えられる。次にS15Cの結果を図4, 5に示す。

J , σ_{net} とともに、予クリープの dl/dt に及ぼす影響は認められない。これは S15C, 400°C の破断延性が $\epsilon_f = 1.0$ と大きいため、予クリープによる損傷の蓄積が相対的に小さいためであると考えられる。

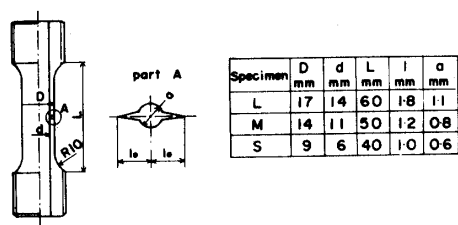


図1(a) 棒肉円筒試験片

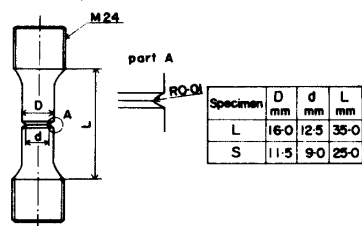


図1(b) 環状切欠試験片

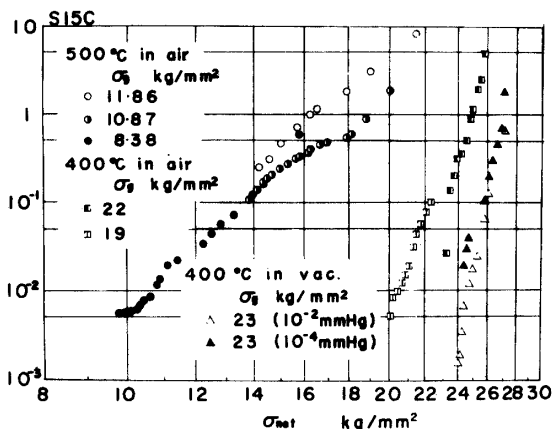


図2 き裂伝ば速度と正味断面公称応力の関係

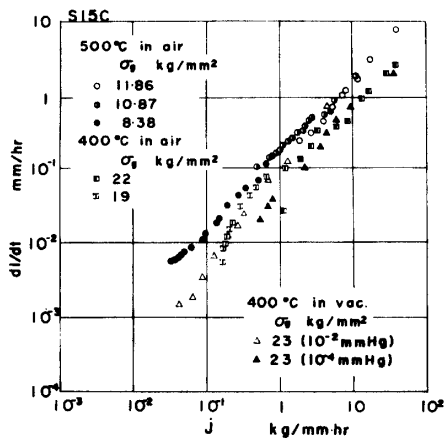


図3 き裂伝ば速度とクリープJ積分の関係

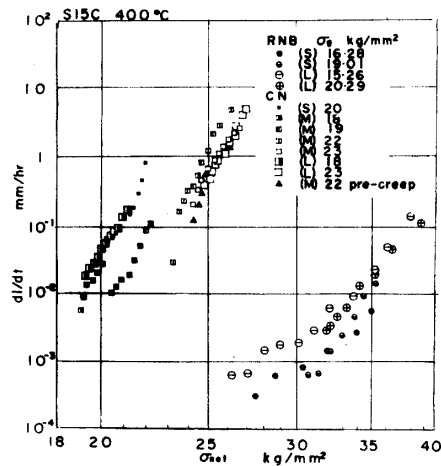


図4 き裂伝ば速度と正味断面公称応力の関係

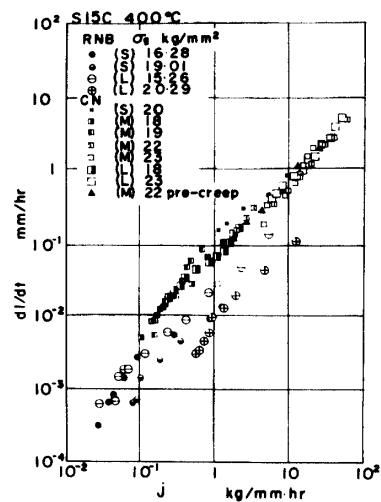


図5 き裂伝ば速度とクリープJ積分の関係

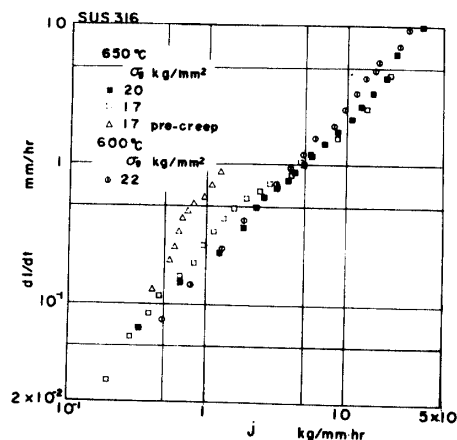


図6 き裂伝ば速度とクリープJ積分の関係