

(396)

二重引張試験による制御圧延材の脆性破壊伝播停止特性

日本鋼管(株)技術研究所 栗田義之 ○藤田高弘
福山製鉄所 大須賀立美

1. 目的 現在主としてラインパイプ等を使用されているCR材について二重引張試験を行ない、脆性破壊停止特性を求める。停止特性の評価にあたっては従来の静的解析方法とともに、近年活発に研究されている破壊伝播の動的解析を適用し、差分法による解析プログラムを用いて動的破壊靱性値を算出し検討を行なった。供試材は60キロ級のCRおよびQT材の計5鋼種である。

2. 結果 試験結果を従来の静的解析方法で整理したものを図1に示す。C、Lは試験方向、()内の数字はセパレーション指数および vTs (°C)を表わす。一方、き裂伝播中のエネルギー・バランスは次式で表わされる。

$$W = U + K + D \quad (1)$$

ここに、Uは歪エネルギー、Kは運動エネルギー、Dは散逸エネルギー、Wは外力仕事である。Dはき裂進展に費されるから、静的破壊靱性値 K_s に対応させ動的破壊靱性値 K_D を次式で定義する (E: ヤング率、 ν : ポアソン比、a: き裂長さ)。

$$K_D = \sqrt{\frac{E}{1-\nu^2} \frac{dD}{da}} \quad (\text{平面歪}) \quad (2)$$

き裂伝播問題は二次元弾性体の運動方程式を移動境界値問題として解析でき、実験より得られたき裂速度、荷重変化を入力として(2)式より K_D が求められる。 K_D/K_s とき裂速度の関係を図2に示す。 K_D は速度の影響を受け高速では K_s よりも低い値を示すが減速するにたがって上昇する。また伝播停止靱性値 K_{DA} を図1、図2に示す。図3は K_D の温度による変化とき裂速度の相関を示している。温度上昇による靱性値の向上がき裂速度を減少させている。

3. まとめ (i) 強CR材の脆性破壊停止特性は vTs の低下およびセパレーション指数の増加によって向上する。

(ii) 動的解析の結果、動的破壊靱性値のき裂速度および温度依存性が示唆された。

(iii) 停止靱性値 K_{DA} は今回の結果を見る限り、従来の静的解析方法の値と大差はみられない。

(iv) 温度勾配による材料の靱性値向上がき裂速度を減少させる傾向がみられ、二重引張試験における温度勾配付与の妥当性を裏付けていると思われる(図3)。

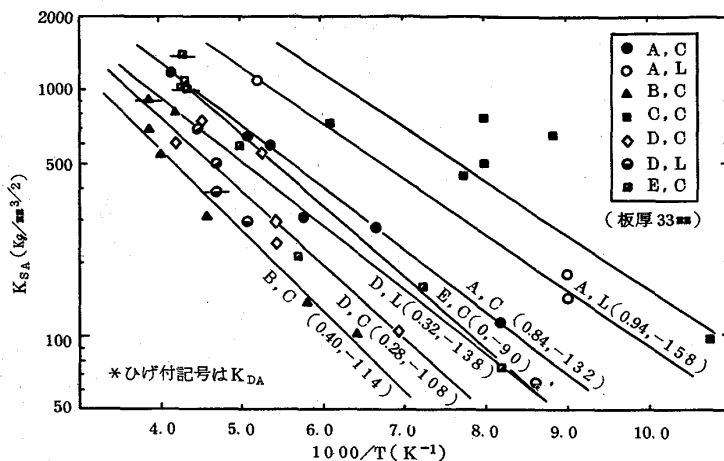
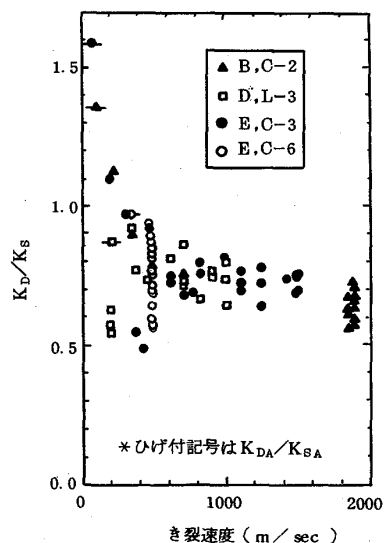
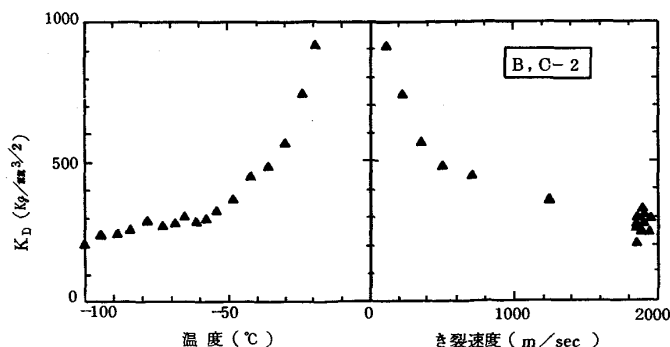


図1. 静的停止特性値の温度依存性

図2. K_D とき裂速度の関係図3. K_D の温度による変化とき裂速度との相関