

金沢大学教育 広瀬幸雄, 京大工 田中啓介
 金沢工大 矢島善次郎, 大阪府大工 岡林邦夫

1. 緒言

高張力鋼(SNCM8)の3.5% NaCl 中での応力腐食き裂は通常先端が微視分岐しており、前報においてこの微視分岐き裂先端近傍の局所力学場を鈍化き裂でモデル化することより、破面の様相が応力拡大係数より伝ば速度とより密接に關係する実験結果を説明した。本研究ではこのモデルを実験的に検証し微視分岐の程度との対応を検討した。

2. 鈍化き裂モデル

半径 ρ を有する切欠き材の破壊が $K_0/\sqrt{\rho}$ で決定されるとすると、き裂発生に対する破壊靱性 K_{0i} と、疲労き裂材の破壊靱性 K_i が次の關係で結ばれる。

$$K_i = (\rho_i/\rho)^{1/2} K_{0i} \quad (1)$$

ここで ρ_i は疲労き裂に対応する切欠き半径である。ここで応力腐食き裂成長試験を中断し、ベーキングした後の空気中での破壊靱性試験値 K_{isc} が来ると、その値より上式に代入しこの切欠き半径 ρ_{eq} を次式で求める。

$$\rho_{eq} = \rho_i (K_{isc}/K_i)^2 \quad (2)$$

よって微視分岐き裂の等価応力拡大係数 K_{eq} は、負荷している応力拡大係数 K_{app} とし、次式で表わされる。

$$K_{eq} = (\rho_i/\rho_{eq})^{1/2} K_{app} = (K_i/K_{isc}) K_{app} \quad (3)$$

よって伝ば速度はこの K_{eq} の関数として表わされることが見られる。

3. 実験方法

供試材は市販のSNCM8鋼(wt% 0.39C, 0.28Si, 0.74Mn, 1.38Ni, 0.78Cr, 0.23Mo)であり、試験片形状はコンパクト引張型試験片である。応力腐食き裂進展実験も前報と同様に行った。またK一定試験中実験を中断し、150°C 50hr 真空中でベーキングした後破壊靱性試験をした。一方切欠き半径 ρ を変えた試験片を準備し破壊靱性試験を行い靱性値と ρ の關係を求めた。この両者の破壊靱性値としては電位差法を使用しき裂発生に対応する K_i を採用した。また応力腐食き裂の微視分岐の測定は試験を中断し表面をバフ研磨後走査型電顕により観察した。

4. 実験結果および考察

4.1 応力腐食き裂の分岐

き裂の分岐幅 w_b を測定し、焼もどし温度200°C、板厚 $B=2\text{mm}$ および400°C・ $B=15\text{mm}$ における K_{app} に対する伝ば速度 da/dt および分岐幅 w_b の關係をFigs. 1, 2に示す。分

岐幅 w_b は仮ば曲線の第I領域より増大し、第II領域で極大となりその後再び減少する。また Fig. 2 において板厚中央部の方が表面における値より大きい。

4.2 切欠き材の破壊靱性

き裂発生から求めた破壊靱性 K_{oi} と ρ との関係を図. 3 に示す。 K_{oi} は $\sqrt{\rho}$ に比例して増大する。この傾向は白砂らによっても SNCM8 に関して種々の板厚で確かめられている。図中縦軸上の点ガ ASTM E-399 に従う疲労き裂材の破壊靱性 K_i である。ここで Fig. 3 の場合に関して (1) 式より ρ_l を求めると 200°C, 400°C 焼もどしに対して 40, 44 μ である。

4.3 等価切欠き半径の評価

B=2mm の試験片に関し K_{app} - 一定で進展させた応力腐食き裂をベーキング後破壊靱性値 K_{isc} を求め、(2)式に代入し ρ_{eq} を求めた結果を Table 1 にまとめる。また 4/1 で求めた分岐幅 w_b もまとめて示す。ここで

$$\rho_{eq} = 2 w_b \quad (4)$$

の関係が大体成立している。(4)式の関係が一般的に成立すると(4)式を(3)式に代入して

$K_{eq} = (\rho_l / 2 w_b)^{1/2} K_{app} \quad (5)$ が求まる。従って Figs. 1, 2 の様な分岐幅に関するデータのみから K_{eq} が求まる。 da/dt はこの K_{eq} の関数となっている。

4.4 微視分岐を支配する因子

支配因子として上述 K , B などの機械的因子の他焼もどし温度など材料および環境により影響される。 Fig. 4 は仮ば曲線第II期中点における w_b の焼もどし温度に対する変化を示す。また Fig. 5 は対応する $(da/dt)_{II}$, 水素溶解量 C_0 および拡散定数 D を示す。両図を比較して C_0 大のとき D 小で w_b が小さく da/dt は大きくなる傾向を示す。(以下略)

Tempering temperature T (°C)	Apparent stress intensity factor K_{app} (kg/mm ^{3/2})	Crack branching width w_b (μ m)	Plastic zone size w (μ m)	Fracture toughness in air K_{isc} (SCC crack) (kg/mm ^{3/2})	Fracture toughness in air K_i (fatigue crack) (kg/mm ^{3/2})	Equivalent crack tip radius ρ_{eq} (μ m)	Limiting crack tip radius ρ_l (μ m)
200	200	25	523	212	187	51	40
400	250	51	1076	325	227	103	44

Table 1. $K_{app}, w_b, K_{isc}, K_i, w, \rho_{eq}, \rho_l$

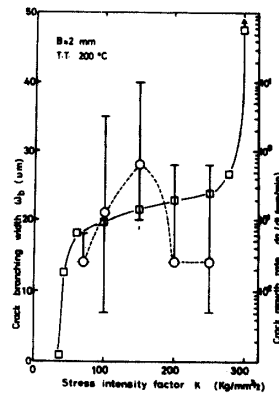


Fig. 1 K vs da/dt, w_b

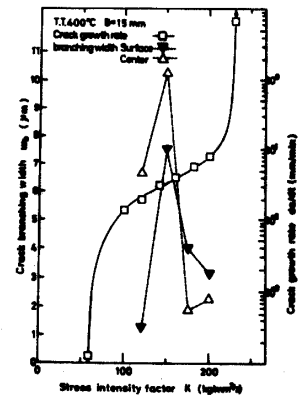


Fig. 2 K vs da/dt, w_b

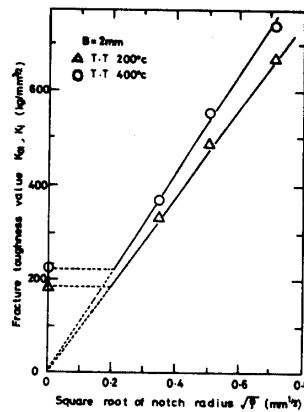


Fig. 3 K_{oi} vs $\sqrt{\rho}$

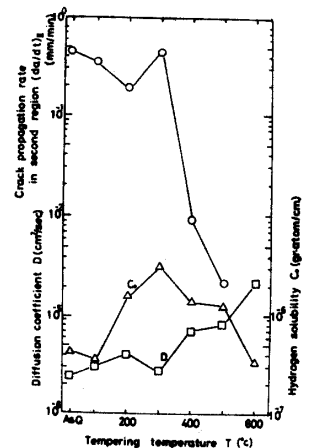


Fig. 4 T.T. vs da/dt, D, C_0

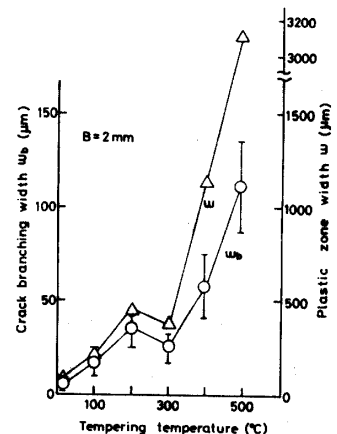


Fig. 5 T.T. vs w_b, w