

(403) 高張力4340鋼の破壊挙動性とフラクトグラフィ

金沢工大[○] 矢島善次郎 京都大工 田中啓介 金沢大教 広瀬幸雄

1. 緒言

各種切欠き板厚を有する鉄化切欠きC.T.型試験片の破壊挙動性試験を行った。この結果き裂発生応力拡大係数 K_I と切欠き半径 S との関係が前報¹⁾の表に方 $K_I/\sqrt{S}$ なるパラメータで整理できることを明らかにするとともに破壊面ぞ切欠き底近傍の残留応力分布を測定するX線フラクトグラフィの実験結果をもとに破壊機構を考察した。また応力腐食割れ破壊面についても同様な実験を行った。

2. 実験方法

供試料は市販の4340鋼 (wt% 0.39C, 0.74Mn, 1.38Ni, 0.78Cr, 0.23Mo) であり、試験片形状は前報¹⁾と同様なC.T.型試験片である。試験片の熱処理条件は880℃で1h焼入れ後50℃で1hオーステナイト化後油焼入れした。焼もどしは200℃, 300℃, 400℃および600℃で2h行った。各試験片には $S=0$ ($K=70\text{ kg/mm}^{3/2}$ を積りき裂を導入) および $S=0.15, 0.25, 0.5\text{ mm}$ の鉄化切欠きと放電加工により導入した。き裂の発生点は荷重・荷重点開口変位および両位差出力より測定した。また一部 Bagley, Landolt²⁾の方法によりRカーブを求め J_{IC} を算出した。破壊面および破壊より内部の残留応力分布をX線応力測定機を用いて測定した。応力腐食割れ実験は別報³⁾に従いその破壊面についても深さ方向の応力測定を逐次電解研磨を施して新しく現出した面に対して前報¹⁾のX線回折条件で行った。

3. 実験結果および考察

試験片の破壊面および破壊より内部の残留応力分布は、破壊面近傍の残留応力は引張であり破壊より少し内部で増大し極大値をとりその後減少する分布形状をとる。残留応力が一定値 (5 kg/mm^2) となる領域をもって塑性域 W_y が決められるがその大きさは同一焼もどし温度では切欠き半径 S が大きいほど大きく、極大の残留応力値は逆に小さくなる。 W_y と $K_I/\sqrt{S}$ との関係を図1に示す。ここで W_y は $K_I/\sqrt{S}$ の2乗に比例する。

$$W_y = \alpha (K_I/\sqrt{S})^2 \quad (1)$$

ここで α の値は材料の焼もどし温度によらず S のみの関数で S が大きくなると α はやや減少する傾向にある。 $K_I/\sqrt{S}$ と σ_R との関係を図2に示す。切欠き半径 S を有する切欠き底での最大応力 σ_{max} は

$$\sigma_{max} = 2K/\sqrt{\pi S} \quad (2)$$

と表わされる。塑性変形を生じた場合切欠き底での最大ひずみ ϵ_{max} は

$$\epsilon_{max}/\sigma_Y = 2K/\sigma_Y \sqrt{\pi S} \quad (3)$$

なるパラメータの関数となることがWilson⁴⁾によって示されている。

$K/\sigma_Y \sqrt{S}$ が切欠き底の最大ひずみを表す破壊力学パラメータとなる。一方Rice⁵⁾のJ積分に基づきひずみ解析によると、 n 系加工硬化則に

$$\epsilon_{max} = \epsilon_Y f(n) [J/\sigma_Y \epsilon_Y S]^{1/(n+1)} \quad (4) \quad \text{とる。}$$

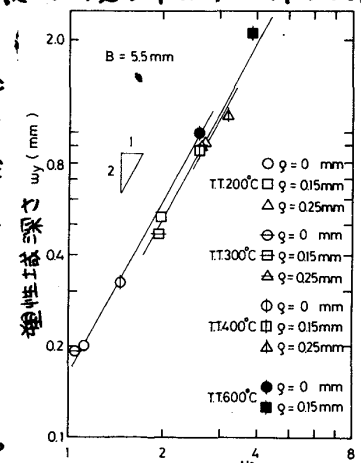
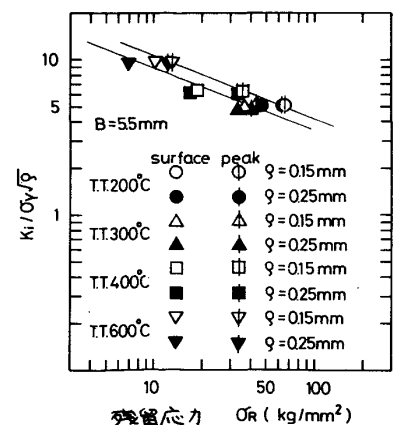
$$n=0 \text{ のとき } \epsilon_{max} = \epsilon_Y^{3/4} J/\sigma_Y \epsilon_Y S = 3/4 J/\sigma_Y S \quad (5)$$

$$\text{とる。} \Rightarrow Y \text{ 状態では } \epsilon_{max} = 3/4 \cdot 1/\sigma_Y K^2/S E \quad (6)$$

であり、 ϵ_{max} は $K/\sqrt{\sigma_Y S}$ の関数となる。

参考文献 1) 矢島, 田中, 広瀬, 第98回講演板要集 P.358

以下略

図1 W_y と K_I/σ_Y との関係。図2 $K_I/\sigma_Y \sqrt{S}$ と σ_R との関係。