

(522) 常・中温における40~80キロ級鋼の破壊靱性とフラクトグラフィ

(株)神戸製鋼所 中央研究所 豊田裕至 ○横幕俊典
網代哲也

1 緒言：構造用炭素鋼や高張力鋼はしばしば中温域(〜300℃)でも使用されるが、その温度での破壊靱性は十分に把握されているとは言い難い。それは、高温で平面歪破壊靱性 K_{Ic} を求めるのが困難なことがひとつの原因と思われる。そこで本報では中温域における破壊靱性を弾塑性破壊靱性 J_{Ic} によって評価し、 J_{Ic} に及ぼす温度の影響を機械的性質との関連から検討した。更に、破面解析によって温度、強度に依存せず、おおよその破壊靱性を推定し得ることを明らかにした。

2 試験方法：供試材は40キロ級セミキルド鋼(0.2C-0.003Al)、50キロ級Alキルド鋼(0.19C)、60キロ級高張力鋼(0.13C-0.19Ni-0.16Cr-0.1Mo)、80キロ級高張力鋼(0.11C-0.78Ni-0.46Cr-0.42Mo)の4種類である。 J_{Ic} 試験片は16mm厚、40mm幅のCT型で、L-T方向に採取した。 J_{Ic} はASTM規格(案)に準じてR曲線法により決定した。高温での試験は、電気炉又は温風炉中で行なった。

3 結果および考察：Fig.1に60キロ級鋼の J_{Ic} および平滑材の相当降伏応力($\sigma_f = (\sigma_{0.2} + \sigma_B)/2$)と伸び ϵ_f の温度依存性を示す。40~60キロ級鋼では200℃、80キロ級鋼では400℃での J_{Ic} が最も低かった。これらの J_{Ic} の温度依存性は降伏応力だけでは説明できない。Fig.2は J_{Ic} と $\sigma_f \cdot \epsilon_f$ (近似的に平滑材の破断エネルギー密度に等しい)の関係を示したもので、 J_{Ic} の低下は破断エネルギーの低下と対応するものであることがわかる。 J_{Ic} は物理的にはき裂を単位長だけ進展させるのに必要なエネルギーであり、き裂先端に微小引張試験片を考え、この破壊がき裂の進展に対応するとする破壊のクライテリオン¹⁾の根拠を与えている。

又Fig.1に示すように J_{Ic} の低下は予き裂先端に形成された限界ストレッチゾーン幅(SZWC)の減少に対応している。SZWCと J_{Ic}/σ_f の関係を示したものがFig.3で、室温における60~190キロ級の低合金、高合金鋼の筆者らのデータ²⁾、および室温〜-130℃における60および80キロ級高張力鋼の大路らのデータ³⁾も合わせてプロットした。強度、温度によらずほとんどのデータが $J/\sigma_f = 4SZW$ の factors of 1.6 の範囲に入っている。従って破面観察によりSZWCを測定し、上式を用いて $J = (1-\nu^2)K^2/E$ から K_{Ic} を推定した時の精度は±25%であり、工学的に有用な近似式になるものと思われる。文献1) A.H.Cottrell, Proc.Roy.Soc., 285(1965)10 2) 横幕他、機講論790・2(1979) 3) 大路他、材料学会第2回フラクトグラフィ・シンポジウム前刷(1979)110

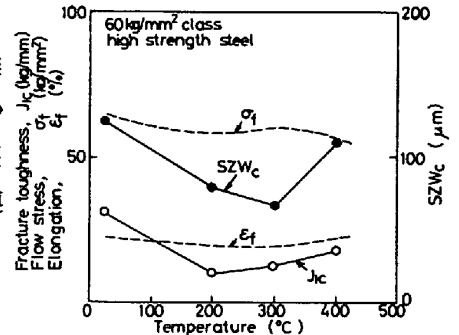


Fig.1 Effect of temperature on J_{Ic} , SZWC, σ_f and ϵ_f

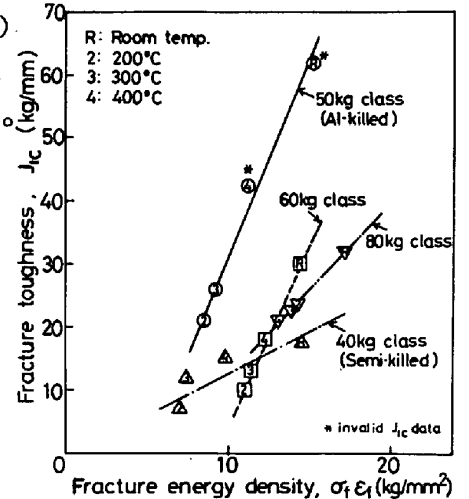


Fig.2 J_{Ic} vs. $\sigma_f \cdot \epsilon_f$ relation

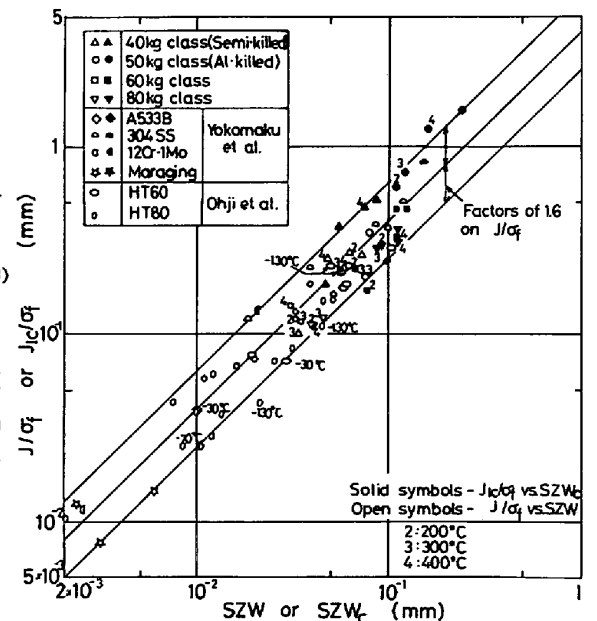


Fig.3 J_{Ic}/σ_f -SZWC or J/σ_f -SZW relation