

(339)

各種クライテリオンによる構造用鋼材の破壊靱性の評価

川崎製鉄(株)技術研究所

Ph.D. 中野善文

1. 緒言 構造物の安全確保という見地から、不安定破壊発生に関する材料特性評価のクライテリオンが種々提案され、実用に供せられている。それらの主なものは  $K_{Ic}$ 、COD および J 積分値である。本研究では、各種構造用鋼材の破壊靱性を上記三つのクライテリアにより評価し、比較検討を行なった。

2. 実験方法 造船用 50 キロ鋼板 (K 3 2 D)、60 キロおよび 80 キロ級高張力鋼板 (River Ace 60 および K-0) の三点曲げ試験を実施した。試験片は疲労亀裂付および機械切欠付の標準のものとした。 $K_{Ic}$  値は ASTM・E 399 に基づき、COD 値はクリップゲージ変位より Wells の式 (BS・DD 19) を用い、また J 積分値は次式により求めた。

$$J = 2 U_{crack} / B (W - a)$$

ここに、B、W、a は試験片の厚さ、幅、亀裂長さである。また、 $U_{crack}$  は荷重-変位曲線から測定される  $U_{total}$  から曲げモーメントおよび剪断力による歪エネルギーを引いた値として求めた。

3. 実験結果 1) 安定亀裂成長のなかった疲労亀裂付試験片についての  $J_{Ic}$  値より換算した  $K_{Ic}$  値 ( $K_{Ic} = \sqrt{J_{Ic} E / (1 - \nu^2)}$ ) は、図 1 に Ace 60 および K 3 2 D について示すように、ASTM・E 399 の方法で求めた値とよい一致を示した。2) 機械切欠付および疲労亀裂付試験片の  $J_c$  値より計算した COD 値  $\delta_{Jc}$  ( $\delta_{Jc} = J_c / \sigma_Y$ ) と実験値  $\delta_c$  とは、図 2 に示すように、1 対 1 に対応しているが、温度が低いほど、あるいは板厚が大きいほど  $\delta_{Jc}$  値が  $\delta_c$  値より大きい。3) 無限幅の板に長さ 80 mm の貫通亀裂が存在するとしたとき、板厚 25 mm 以上、または板厚 10 mm でも平面歪条件を満足する場合には、図 3 に Ace 60 について示すように、COD 値  $\delta_c$  に基づいた許容応力は  $K_{Ic}$  値に基づいたそれより小さくなる。したがって、平面応力状態を想定した Dugdale モデルを用いた COD 値に基づく構造物の設計条件は必要以上に厳しくなる場合がある。

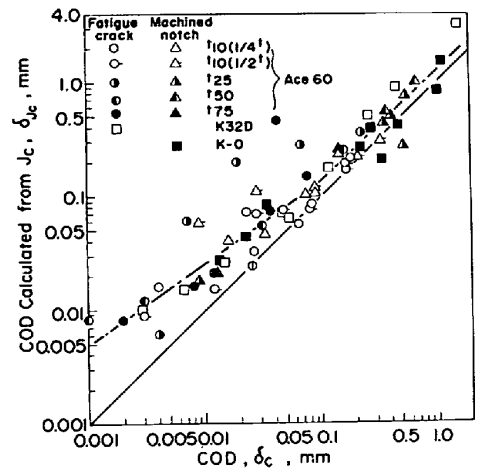


図 2.  $J_c$  値から計算した COD と実験値の比較

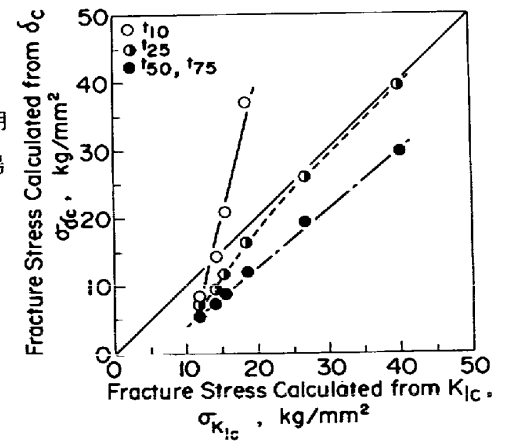


図 3.  $K_{Ic}$  値に基づく破壊応力と COD に基づくその比較

$$\sigma = K_{Ic} / \sqrt{\pi C}$$

$$\sigma = \frac{2 \alpha_Y}{\pi} \sec^{-1} \exp \frac{\pi E \delta_c}{8 \sigma_Y C}$$

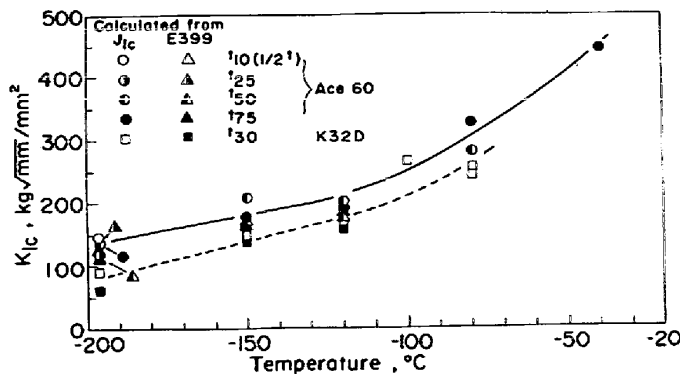


図 1.  $K_{Ic}$  値と温度の関係