

(657) J積分とき裂開口変位の相関についての実験的検討

榎日本製鋼所 室蘭製作所 工博 岩館忠雄 田中泰彦  
 ○竹俣裕行 中尾清隆

1. 緒言 き裂先端での J 積分や開口変位(CTOD)は、現在では広く破壊靱性の評価方法として使用されており、両者の相関についての研究は、解析および実験の両方面から行なわれている。本研究では、降伏応力および加工硬化係数の異なる 11 種の低合金鋼を用い、ASTM E 813-81 の規定する J 積分と British Standard 5762 の規定する CTOD の相関について検討した。

2. 実験方法および評価式 本研究では、著者らが開発したコンピュータ制御方式による除荷コンプライアンス法を用い、1 個の 3 点曲げ試験片から J 値と CTOD を同時に求めた。J 値の計算は、ASTM E 813-81 の J<sub>IC</sub> 試験方法の規格に採用されている曲げ試験片の式  $J = 2A / (Bb)$  を用いた。また、き裂先端の開口変位 CTOD の計算は、BS 5762 に使用されている Dawes の式を用いた。

$$CTOD = \frac{(1-\nu^2)K^2}{2\sigma_{0.2}E} + \frac{0.4(W-a)V_p}{0.4W + 0.6a + Z}$$

使用した試験片は 1 インチ厚さの曲げ試験片で、疲労予き裂長さ  $a/W$  は 0.55 である。

3. J 積分と CTOD の相関 J 値を材料の降伏応力  $\sigma_{0.2}$  で除した  $J/\sigma_{0.2}$  と CTOD の関係を図 1 に示す。降伏応力  $\sigma_{0.2}$  が 21.5~102.0  $Kg/mm^2$ 、加工硬化係数  $n$  が 0.068~0.278 と広範囲であるにもかかわらず、安定き裂発生以前の領域では、両者の関係はほぼ等しく良い相関が成り立っていることがわかる。いま、図 1 の傾きを  $m$  として降伏応力および加工硬化係数との関係を図 2 および図 3 に示す。 $m$  値は 1.72~1.98 の範囲にあり、平均すると 1.84 である。一方、降伏応力と引張応力の平均値の  $\sigma_{flow}$  についても、 $J/\sigma_{flow}$  と CTOD の関係は同様の傾向を示し、 $m$  値は平均で 1.66 である。以上の結果から、ヤング率がほぼ一定の低合金鋼については材料特性にかかわらず、

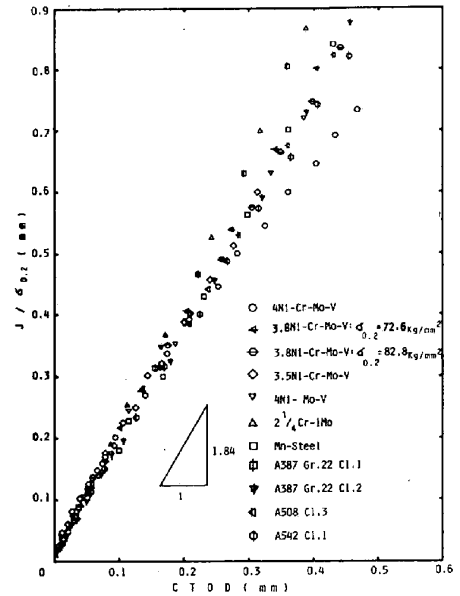


図 1.  $J/\sigma_{0.2}$  と CTOD の関係

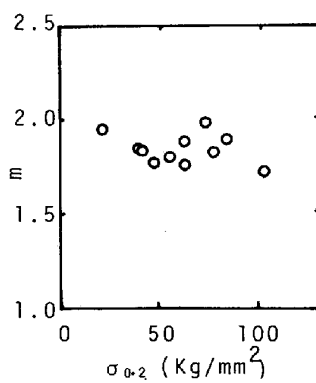


図 2.  $m$  と  $\sigma_{0.2}$  の関係

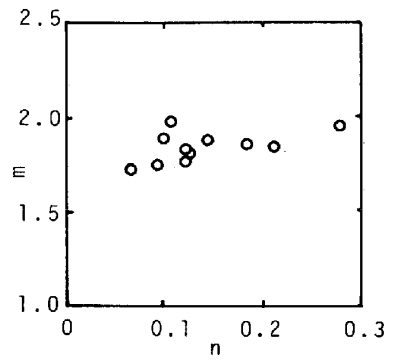


図 3.  $m$  と  $n$  の関係

$$J/\sigma_{0.2} = 1.84 CTOD + 0.011$$

の関係が成り立つ。ここで  $m$  値について、 $\sigma_{0.2}$  と  $n$  を因子として重回帰分析すると、

$$m = 1.57291 + 0.00163 \sigma_{0.2} + 1.18433 n$$

となり、 $\sigma_{0.2}$ 、 $n$  はそれぞれ最大でも 18%、9% 程度の変化しか影響をおよぼさない。なお、この重回帰分析の結果と測定値との誤差は最大 8.3% である。したがって、低合金鋼においては上述の関係をを用いて J 値と CTOD 値の良い相関が得られることがわかる。

(参考文献) 1) 岩館, 他: 日本機械学会講演論文集 NO-800-10 P. 21