

部分片振領域における疲労亀裂伝播速度について

豊 貞 雅 宏

平川 賢爾 君 本論文は疲労き裂進展速度に及ぼす平均応力の影響に関して大変興味あるものだと思います。次の3つの点について質問致します。

1) 繰返し荷重を受ける場合のき裂先端の弾塑性挙動は静的荷重を受ける場合と著しく異っており¹⁾、また材質に関しても動的ひずみ硬化や軟化する場合があることは良く知られている²⁾。

本論文の前提である仮定の(5)式に用いる Fig.1 or Fig.2 は静荷重によるものであり、荷重が繰返されるという疲労の特徴が全く考慮されていないように思われます。この点で本論文の仮定が一般に多くの材料、材質について妥当であると主張される論拠は何かご教示戴きたい。

2) 著者が緒言で述べているように R に応じて c や m が変化するというデータが多くあります。しかるに、著者の(5)式の仮定によれば m は R により変らず一定であることとなりますが、この理由は何でしょうか。

3) 従来のき裂進展式 $da/dN=f(\sigma)$ に代って $da/dN=f(K)$ が用いられるようになった大きな理由は、応力拡大係数を用いることによって試験片形状、試験条件に依らずき裂進展速度が表現できることにある³⁾と思いますが、さらにこれを無限板に修正一般化することについて著者のお考えをお教え戴きたい。

板厚の効果はどのように一般化されるのでしょうか。

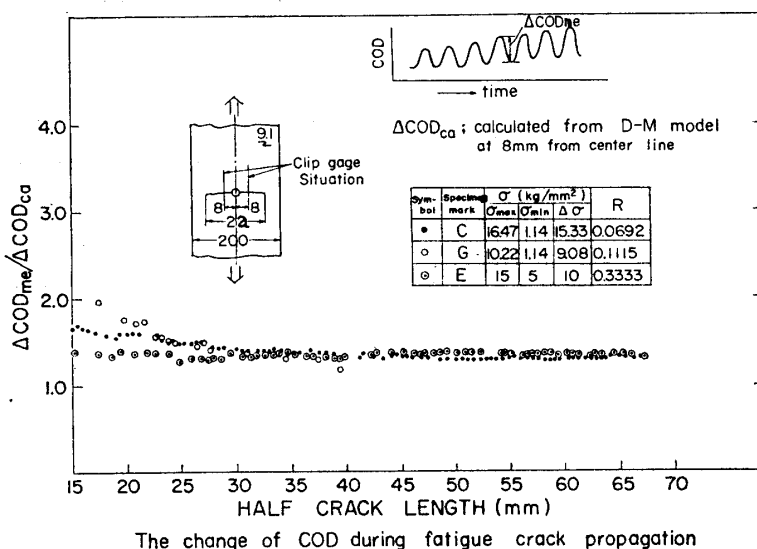
1) たとえば 宮本・白鳥・三好：機誌，75巻，642号，1109頁。

2) " R.W.Landgraf：ASTM STP 467，p.3.

3) " 北川：1)に同じ1071頁。

豊貞 雅宏 君 有益なご討論に謝意を表します。各ご質問に対して順にお答えします。

1) 平川氏のご指摘のように $\Delta\delta$ の計算に動的荷重の効果をいれることが妥当であることは私も同感でございます。しかしながら $da/dN=f(K)$ の表示にいたしましても K 値には応力くり返しの効果を含めては整理されていない現状であります。したがって $\Delta\delta$ 値だけ応力くり返しの効果を考慮することは問題があるかも知れませんが、ところでここに示します図は Fig.3 の試験中にクリップゲージを挿入して COD を疲労試験中に測定したものでございます。図に示しますように疲労試験中に変化する開口変位量と静的な DM モデル (or BCS モデル) で計算した開口変位の変化量との比は亀裂進展によってある一定値に飽和しております。したがって本文中での $\Delta\delta_1/\Delta\delta_0$ 値が静的な場合と動的な場合変らないという仮定が一定応力振幅の場合に成立することをものがたっていると思います。図中の比が飽和する一定値は加工硬化率などによって変化するものであろうと思います。したがって材料が異なってもひずみ硬化や軟化が疲労亀裂進展中にある一定値に飽和すれば本論文の仮定が成立するものと思われま。いずれにしても疲労亀裂伝播則は疲労の機構がはっきりして初めて物理的意味のある確立されたものとなるように思われますので、今後ともあらゆる方向からの研究が必要だと考えます。



2) (5) 式の $\Delta\delta_1/\Delta\delta_0$ 値は Fig.2 or Fig.9 に示すように ΔK の関数であります。したがって $da/dN=c(\Delta K)^m$ で整理した場合に勾配は R に応じて変化することになります。

3) R の異なる試験での疲労亀裂伝播速度が $\Delta\delta_1/\Delta\delta_0$ の比になっていることが確かめられたこと、そして有限板の K 値と COD 値の関数と無限板の K 値と COD 値との関数が異なることの理由から当然 $da/dN=c(\Delta K)^m$ の関係は試験片形状、試験条件で異なる c, m 値が出てくるも

のと思われます。例えば回転曲げ試験の m 値が平板引張下の m 値と異なることはよく知られていることだと思われます。したがって私は $da/dN=c(\Delta K)^m$ で整理したものはまだ試験片形状の影響が入っていると考えております。

板厚効果につきましては脆性破壊の分野でも解からないところの一つだと思われ、これにつきましては今のところどのように取扱えばよいか私には解かりません。

Fatigue Crack Propagation under Controlled Stress Intensity Factor—(I)

板 垣 浩 外

的場 正明 君 著者らの詳細なご研究に敬意を表します。

以下の諸点に関しご教示戴ければ幸いです。

1) 疲労亀裂伝播法則を $dc/dN=k(\Delta K)^m$ で表わした場合 ΔK のちいさい所で k, m が異って来るいわゆる K threshold についての著者の見解をおきかせ下さい。

2) k, m に関する信頼曲線の求め方についてお教え下さい。 dc/dN の分散値は 1 cycle 毎にとった場合, n cycle 毎にとった場合, Δc 毎にとった場合それぞれで値が異なると思いますが。

板 垣 浩 君 巨視的かつ実験的研究は現象論的なものが多いと考えます。その場合には、実験結果を数式で表現するために、種々の形が提案されうと思います。K threshold の導入もその一つではないでしょうか。いずれにしても、得られた数式が実用上に役立てばよいと考えます。

2) ご質問の意味を取違えておるかもしれませんが、次のように答えさせていただきます。KCF では dc/dN は平均値で、 k, m の推定区間は実験点の数、すなわち試験片の数によります。ただし、 dc/dN は数万サイクルの間の平均ですから、かなりの重みがあります。1 cycle 毎、 Δc 毎といったとり方に影響されるのは LCF の場合です。尚、本報告では点推定よりも区間推定を多用して居ります。

低サイクル疲労寿命の分布形状に基づいた疲労設計曲線の一考察

飯 田 國 廣 外

的場 正明 君 疲労設計曲線をいかに定めるかについては日ごろ苦慮するところであり、著者らの詳細なご研究に敬意を表します。以下の諸点に関しご教示戴ければ幸いです。

著者らは疲労設計曲線の基準として破壊確率 0.0001% をとっておりますが、確率値 0.0001% とした根拠は何でしょうか。小生は (イ) 二、三の文献で破壊確率 5% を基準とする方法がある事、および (ロ) 下記に述べる事より小さい破壊確率では値に対する推定誤差が大きくなり値の意義がうすれてくる。事より破壊確率 5% を基準としかつ欠陥あるいは応力推定誤差を考慮して寿命、強度に安全率をとる方が良いのではないかと考えております。

記) 一般に寿命が対数正規分布をするとすれば、信頼度 (β)、破壊の確率 p より定まる k_p, k_β と分散 σ 、対数寿命の平均 $\bar{x}$ によって安全寿命 $x_p = \log N_p$ は (1) 式で表わされる。

$$x_p = \bar{x} - (k_p + k_\beta / \sqrt{n}) \cdot \sigma \quad (1)$$

n : 試験片本数

また、 p に対しての k_p 値、 $dp/d\sigma$ 値は下表で表わされる。

p	k_p	$dp/d\sigma$
5%	1.64	1×10^{-1}
0.1%	3.1	3×10^{-3}
0.0001%	4.73	4×10^{-6}