

立命館大学院 学○李 年慶

立命館大理工 正 坂根 政男

東芝(株) 正 平澤 泰治 東芝(株) 正 久保 貴博

1. 緒言

発電用ガスタービンや航空機エンジン用動翼の破損は、き裂の発生・伝ばによるものであることがわかっている。これらの機器の安全性確保のためには定期的な検査または部品交換が必要である。しかし、精度の高い非破壊検査法がないことから現状では保守的な評価をすることが多い。コストの面からも簡便で高精度のき裂検出法の開発が望まれている。これまでの研究報告⁽¹⁾からき裂検出には交流電位差法が有効であることをわかっている。しかし、複数微小き裂に対する研究例は少なく、本稿では同評価法の適用性を検討するために人工複数微小き裂の交流電位差法による検出実験を行なった。

2. 実験方法

本研究で用いた供試材は非磁性体の Ni 基超合金 Inconel738LC である。試験片は Fig. 1 に示す 5×10mm の長方形断面を有する角柱であり、ワイヤー放電加工機を用いて両端から 30mm の所に次のようなき裂列を設けた。すなわち、深さが 50, 100, 150, 200, 300, 500 μm の模擬き裂をそれぞれ 1～5 本有する試験片を準備した。

交流電位差法計測システムを Fig. 2 に示す。計測システムは 4 端子法を用いており、関数発生器により 200Hz から 5kHz まで 7 種類の周波数の交流正弦波を発生させ、それを交流アンプで 1A に増幅して端子 A, A' から試験片に通電した。端子 B, B' で検出された電位差をトランスによって 100 倍に増幅し、FFT 解析器によって各周波数での電位差を計測した。さらに、FFT 解析器からの信号を GP-IB インタフェイスを介してパーソナルコンピュータにデータを転送し、データ処理を行った。

3. 実験結果および考察

き裂進展に伴う電位差の変化を Fig. 3 に示す。き裂の深さが深くなる程、すなわち、き裂深さが深くなるのに伴って電位差が上昇しているのが分かる。

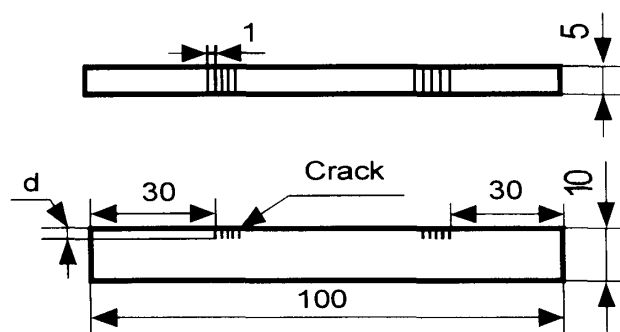


Fig. 1 Shape and dimensions of the specimen in millimeter.

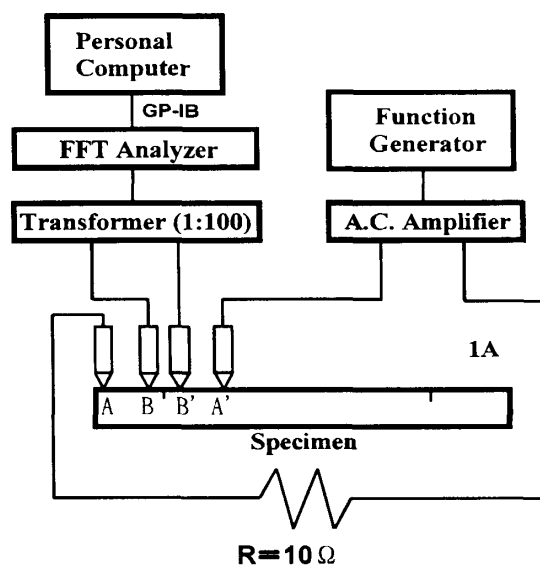


Fig. 2 Block diagram of the experimental apparatus

また、同一深さのき裂に対してはき裂の本数が増えるほど、電位差が上昇する。紙面の都合上、グラフは 200Hz および 4kHz のみとしたが、すべての周波数で同様の傾向が観察された。また、き裂深さの増加に伴う電位差の絶対値は高周波になる程大きい。

き裂を有する場合の電位差 E をき裂の無い場合

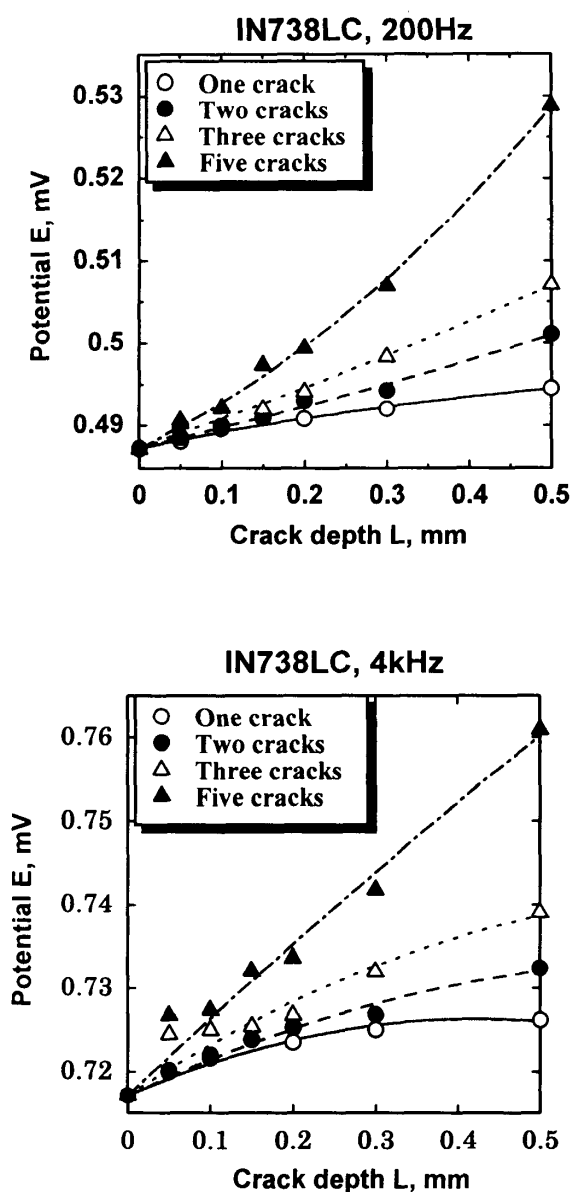


Fig. 3 Variation of the potential with crack propagation.

の電位差 E_0 で無次元化した結果をFig. 4に示す。き裂深さが比較的小さい $50 \mu\text{m}$ のき裂では5kHzを用いた実験が最も高い電位差比を示しており、高周波を用いた方が浅いき裂の検出には有利であることがわかる。しかし、比較的小さいき裂深さが深い $300 \mu\text{m}$ のき裂では、周波数に関係なくほぼ一本の直線上にデータ点があり、電位差比の周波数依存性がなくなっている。これはき裂が浅い程、より交流電流の表皮効果が顕著に現れたためであると考えられる。

4. 結 言

1. 単独および複数き裂ともにき裂が深くなる

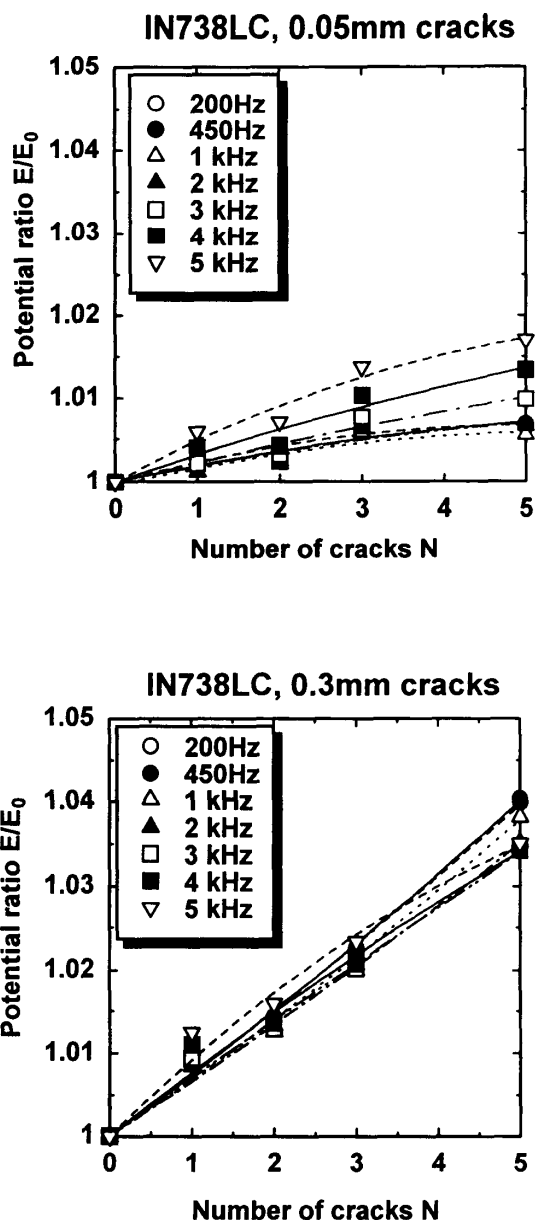


Fig. 4 Relationship between potential ratio and number of cracks at the same crack depth.

程電位差が上昇することがわかった。

2. 同一深さのき裂本数の増加に伴って電位差が上昇することがわかった。
3. 比較的小さいき裂に対しては高周波を用いた方が感度が良いがき裂が深くなると検出される電位差に周波数依存性がなくなることが判明した。

参考文献

1. 片山靖彦, 坂根政男, 大南正瑛, 日本機械学会論文集(A編), 62巻, 30(1996).