

トピック

疲労き裂モニタの開発

神戸大学工学部

機械要素や構造物の破壊や破損の理由はぜい性破壊、延性破壊、降伏などがあるが、工業上の破壊事故例の60%は疲労によるとされている。寿命の予測は疲労試験をもとにおこなわれているが、それを実機に応用するための材料の特性や構造部材のおかれている環境などの違いにより、寿命が大きくばらつくといわれている。そのため、安全を考慮して実機の寿命を短く設定せざるを得ないのが現状であり、実働中の部材の寿命を確実に診断する手法の研究は、いまだ乏しい。この研究が、神戸大学工学部機械工学科で、き裂周辺のひずみ波形（き裂の発生と進展）に着目して行われている。

本研究ではあらかじめ有限要素法で、き裂長さとき裂周辺のひずみの変化を解析した結果から、き裂近傍とき裂から十分遠方にそれぞれひずみゲージを貼り付け、これらのゲージの出力の積を求めることで、き裂の進展を容易に検出できることを見いだした。

き裂の検出と進展の確認を引張圧縮疲労試験で行った例をご紹介します。試験片は、丸棒(S35C)で、その直径10mmの平行部に、き裂の発生源となる切り欠きとして直径1mmのざぐり穴を設けた。

ゲージ長0.2mmのひずみゲージ(KFG-02-120-C1)を、切り欠き部の近傍(切り欠き下4.5mm)と30mmの位置にそれぞれ貼り付けた(図-1)。試験はこの試験片に両振り繰り返し応力(振幅186MPa)を負荷した。ゲージ出力は、図-2に示す増幅回路、乗算回路などで構成された装置で増幅、測定した。

図-3は測定結果で、(a)に示すように、き裂のない状態では、積

の出力は常に正の値である。き裂が進展していった(b)では、出力Aは正の領域に移動して行き、積の出力はY軸方向に引張応力を負荷したとき正となる。このときが、き裂検出時で「積の信号が反転する時」とよんでいる。さらに、進展すると(c)のように積の出力は負の領域で大きな値をとり、最終的に破断に至る。積の信号が図の-1.0Vを下回るときの寿命は、破断寿命の約95~99%であり、「積の信号の反転する時」を、き裂発生とすると破断寿命の72~95%で、き裂が検出された。

このモニタを構造材に取り付けることで、き裂の進展の過程をリアルタイムで容易かつ確実にとらえることができれば、疲労破壊事故を未然に防げるとともに、材料の寿命を見極める点でも大幅に無駄を省くことができ、設計の自由度も増すことができるようになること。

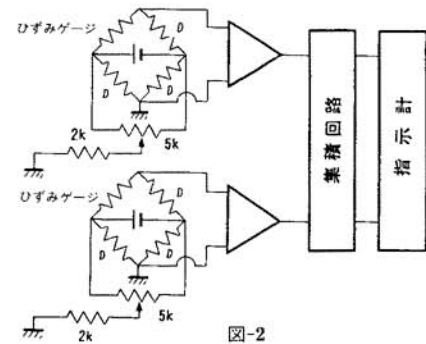
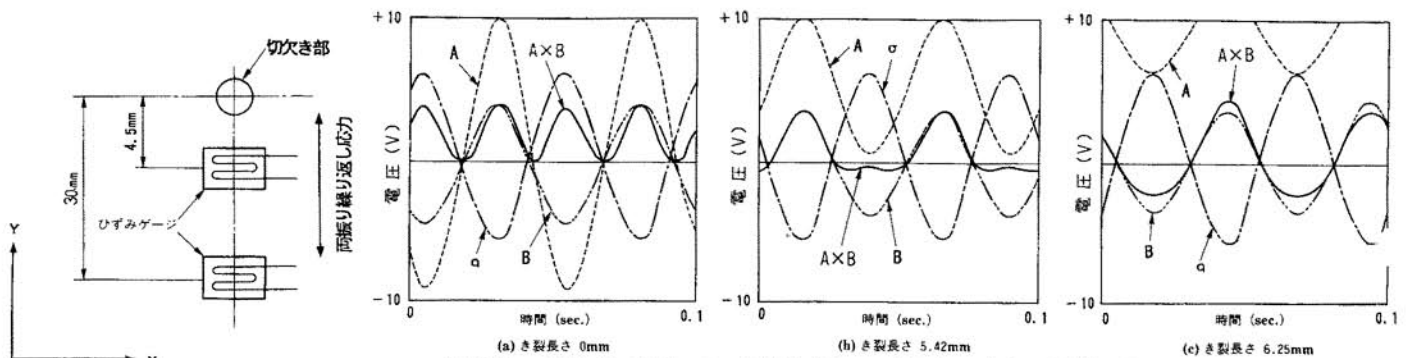


図-2



A : き裂近傍のひずみゲージ出力 B : き裂から遠くのひずみゲージ出力 A x B : A, Bの積の出力

図-3

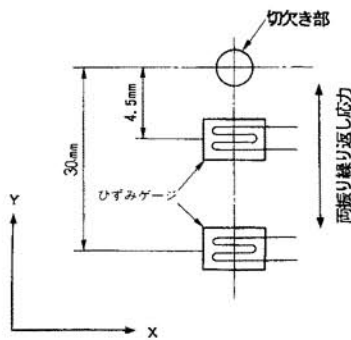


図-1