

お役に立ちますSMT 破面解析 (フラクトグラフィ)

● 損傷原因を究明する

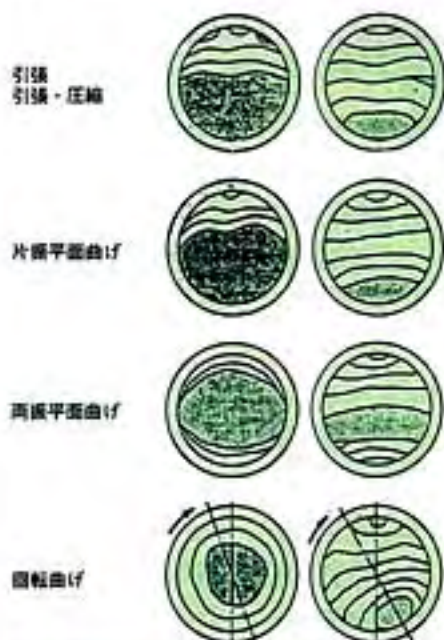
前回に引き続き、機械設備や構造物の破損原因を究明する破面解析(フラクトグラフィ)についてご紹介します。ここでは破面解析の結果を実際の損傷例を用いて説明しましょう。

破面形態の分類・識別

破損破面は応力状態や環境、組織などの影響を受けて、その形態が異なります。したがって、あらかじめ破面形態を分類・識別しておけば、遭遇した破面形態に対応する応力状態や環境などを推定することが可能になります。

また破面が複雑で推定が困難な場合には、損傷部材を用いて、考えられる応力状態や環境下での模擬試験を行い、破損破面との比較を行うことも有効な手法となります。

以下に、比較的大きな繰り返し応力の作用する機械要素として、実際に損傷を受けた軸とスプリングを例にとって説明します。



【図1】軸の応力状態と疲労破面模式図



【写真1】キー溝より破損した軸の破面状況(回転曲げ)

軸の場合

軸の疲労破損破面で、亀裂の進展状況を示す貝殻模様(亀裂進展模様)が認められる場合、【図1】に示すような模式図で応力状態を推定することができます。

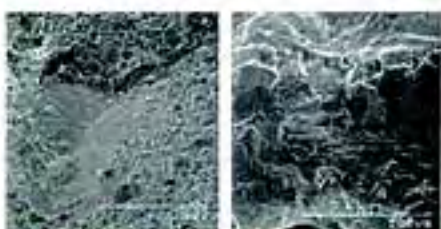
実体の回転曲げ疲労による損傷例でキー溝応力集中の場合を【写真1】に、フレットングの場合を【写真2】に、また、平面曲げの場合を【写真3】に示します。これらは各模式図に対応しています。



【写真2】フレットング部より破損した軸の破面状況(回転曲げ)



【写真3】応力集中部より破損した軸の破面状況(片側平面曲げ)



【写真4】亀裂起点付近の腐食損傷状況(写真1起点部) 【写真5】フレットングによる表面破損状況



【写真6】コイルばねのばね座とのフレットング疲労損傷状況

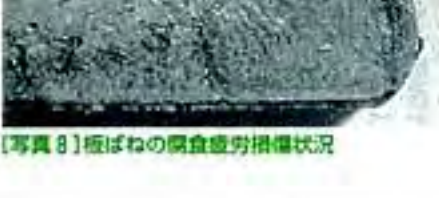
の応力集中部、フレットング損傷部、腐食ピットなどが起点となります。【写真4~6】に、それぞれの起点部の表面損傷状況と破面SE像を示しました。これらは起点発生原因に対応した特徴を示しています。

なお、破面上に約0.3μm以上の比較的大きな間隔のストライエーションが認められた場合には、その材料の亀裂進展特性を用いて応力拡大係数を推定し、この応力拡大係数から負荷応力を推定することもできます。

スプリングの場合

【写真7~8】に、スプリングの代表的な損傷例を示します。

コイルスプリングの座面との接触部や重ね板ばねの端部などでは、フレットングによる損傷が発生しやすいものです。その損傷例を【写真5】に示します。また、使用中に塗装に傷がつくとそこから腐食ピットが発生し疲労破損が起こることがあります。その例を【写真6】に示します。いずれの場合も内部の破面は疲労破損ですが、起点の発生原因が異なり、それぞれに対応した有効な対策が必要であることがわかります。



【写真8】ばねの腐食疲労損傷状況

クイズ

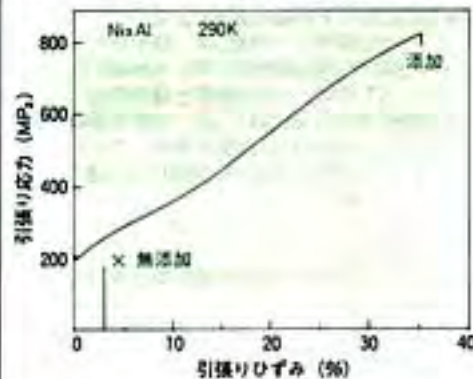
Q U I Z
これなーに?

金属間化合物

ガスタービンのブレードなどに使われている耐熱材料の主役はニッケル基超合金(スーパーアロイ)で、その耐熱性を支えているのがγ'(Ni₃Al)相と呼ばれる金属間化合物です。

Ni₃Alは、温度が上昇するにつれ硬くなるという普通とは逆の現象が1957年に発見され、夢の耐熱材料として期待されましたが、脆いため成形加工ができず、研究開発は頓挫していました。ところが1979年東北大学金属材料研究所において、下図に示すようにある元素を添加することによってNi₃Alの脆さが克服されました。以来、Ni₃Alにとどまらず、NiAl、TiAl、FeAl合金などの金属間化合物に関する実用化研究が燎原の火のごとく世界に広がりました。当社でもEB溶解やVAR溶解によってこれらの金属間化合物の試作を行っています。

さて、Ni₃Alの脆さを克服した添加元素とは一体何でしょうか? 答えをA~Dの中から選んでください。(ヒント: 一番軽い元素です)



- A B (ボロン)
- B Bi (ビスマス)
- C Si (シリコン)
- D Sb (アンチモン)

※答えは次号で発表します。前回の答えは「D: 鋳造の土台(鋳造床)」でした。住友金属で作っています。

●担当者メッセージ欄

部/事業所/ラボラトリー

TEL

FAX

●お問合せはこちら