

破面解析 (フラクトグラフィ) (2)

● 損傷原因を究明する

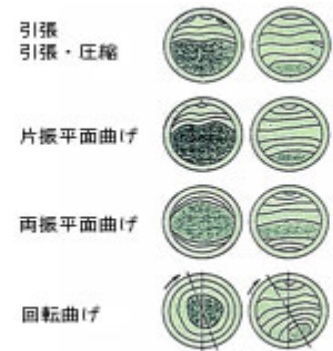
前回に引き続き、機械設備や構造物の破損原因を究明する破面解析（フラクトグラフィ）についてご紹介します。ここでは破面解析の結果を実際の損傷例を用いて説明しましょう。

破面形態の分類・識別

破面は応力状態や使用環境、金属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、破壊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。

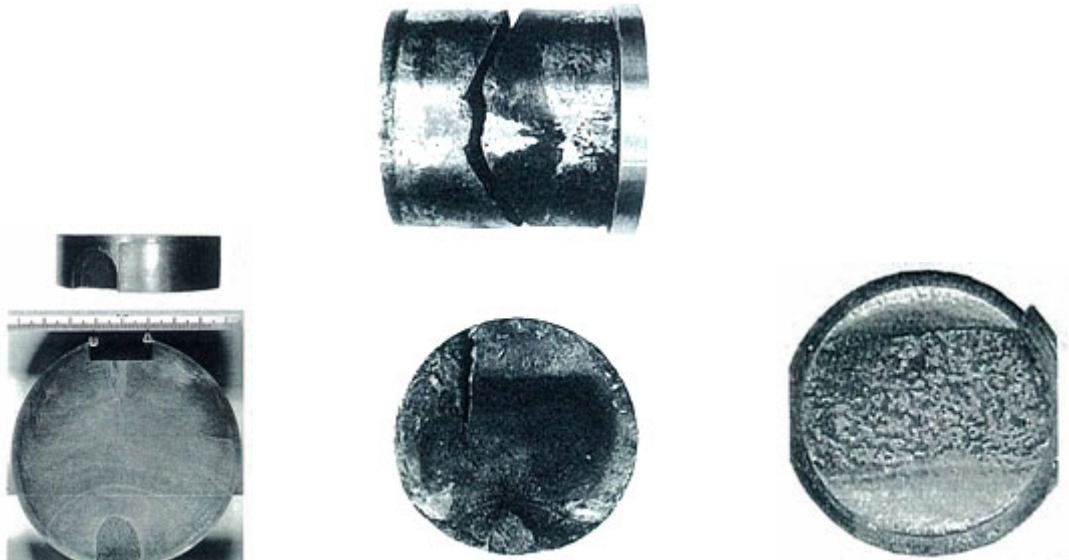


【図1】 軸の負荷状態と疲労破面模式図
応力大：左 応力小：右

軸の場合

軸の疲労破壊破面で、き裂の進展状況を示す貝殻模様が認められる場合、【図1】に示すような模式図で負荷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、フレットニングの場合を【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。



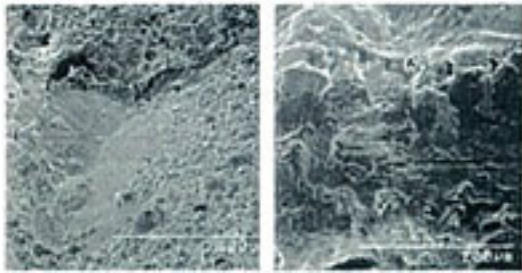
【写真1】 キー溝より破損した軸の破面状況
(回転曲げ)

【写真2】 フレットニ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
(平面曲げ)

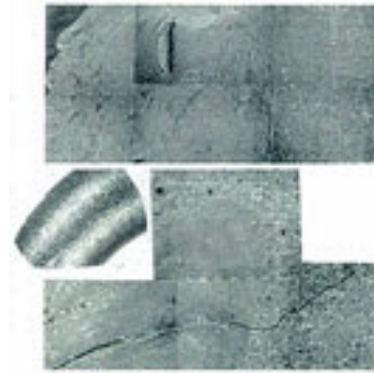
破壊の多くは、段やキー溝などの応力集中部、フレットング損傷部、腐食ピットなどが起点となります。【写真4～6】に、それぞれの起点部の表面損傷状況と破面SE像を示しました。これらは、それぞれのき裂発生原因に対応した特徴を示しています。

なお、破面上に約 $0.3\mu\text{m}$ 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、その材料のき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。



【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

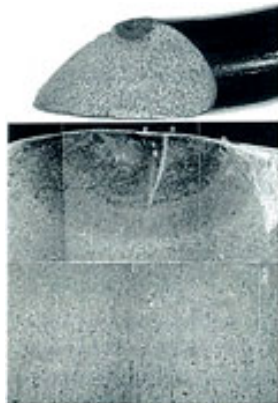


【写真6】コイルばねのばね座とのフレットング疲労損傷状況

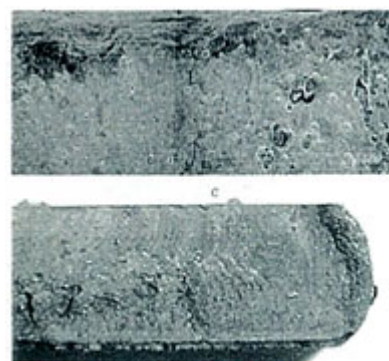
■ スプリングの場合 ■

【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7】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壊が起こることがあります。その例を【写真8】に示します。いずれの場合も内部の破面は疲労破壊ですが、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7】コイルばねの腐食ピットからの疲労損傷状況



【写真8】板ばねの腐食疲労損傷状況