

犯罪鑑識における破壊事故調査について —フラクトグラフィ技術の活用—

岐阜県警科捜研 ○福山邦男, 竹内繁樹, 不破俊弘
大分県警科捜研 清水幸雄

1. 緒 言

一般に科学捜査と言えは「指紋・足痕跡」や「血液型(DNAを含む)」等を思い付くが「フラクトグラフィ」を連想する人は極めて希である。しかしながら、列車事故、航空機事故、自動車事故や工場設備の爆発事故等、機械構造部品の破壊を伴う事件・事故が発生した場合には、それらの事故原因を調査する過程において、「フラクトグラフィ」の技術が直接、間接に活用されている。そこで、過去に科学捜査研究所において原因調査を行った事件・事故のうち、機械構造部品の破壊を主因とし、事故調査の過程で「フラクトグラフィ」技術を活用した2事例を紹介する。

2. 事故調査事例

2.1 吊りビームアイボルトの破損事故

(1)事故概要:この事故は、建設会社のコンクリートパネル製造工場において天井クレーンで外壁用コンクリートパネル(縦約2.3m,横約4.6m,厚さ約9cm,重量約2t)を吊りビーム(吊り型式:2点垂直式)を使って吊り上げて移動させていたところ、突然、片側のアイボルトが破断して片吊り状態になり、ついでもう一方のワイヤロープが破断して吊り荷が落下したことによって、下部にいた作業員を死傷させたものである。

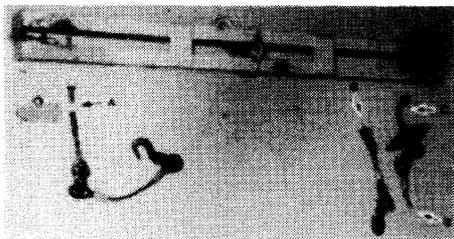


Fig.1.Component of Hunger Beam.

(A:fractured eyebolt,B:fractured wire rope,C:eyebolt)

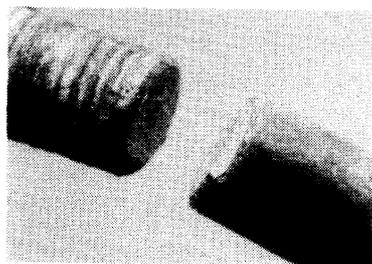


Fig.2.Fracture observation of the eyebolt.

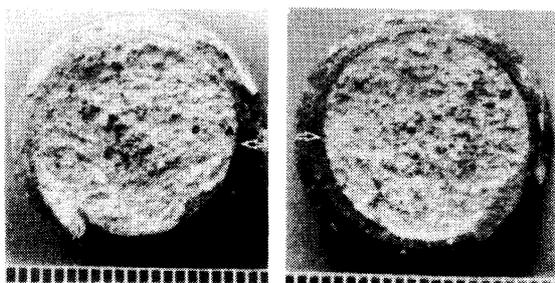


Fig.3.Fracture surfaces of the eyebolt.

(A:Failure origin region,B:Crack propagation region)

(2)調査結果:Fig.1とFig.2に事故を起こした吊りビームの全体とアイボルトの破断状況を示す。吊りビームの左右垂直部分には直径21.7mmのアイボルト,直径約12mmのワイヤロープおよびフックが繋がれている。アイボルトは、ボルトの頭部が環状になったもので、その反対側にはナットが付けられている。アイボルトはねじの切り始め(ねじ部と軸部の境界)付近で破断し、これと反対側のワイヤロープも破断していた。さらに、ワイヤロープが破断していた方のアイボルトは、ほぼ中央付近で屈曲した状態になっていた。このアイボルトの屈曲は、吊りビームの天秤バランスが崩れ、吊りビーム全体が垂直姿勢となる片吊り状態となった時点で二次的に生じたものと推測できる。したがって、この事故はアイボルトの破断が発生した直後、片吊り状態になったことによって負荷された超過荷重によってワイヤロープが破断したものと判断された。

Fig.3に破断したアイボルトの破断面を示す。アイボルトは、ねじの切り始め部においてほぼ軸に垂直な面で破断し、破断部付近には、塑性変形が殆ど認められなかった。ねじ部分の表面は全体に赤茶色の腐食生成物で覆われていたが、破面は清浄でざらざらした光沢のある粒状破面形態を示し、劈開的な脆性破壊の特徴を呈していた。また、この破面には外周部に収斂するスポーク状のひだ模様が見られ、その収斂部に局所的に腐食が内部進行した腐食変色部が認められた。Fig.4に腐食変色部を示す。この腐食変色部を起点として急速にわれが拡大して破壊したことが分かる。fig.5およびfig.6は起点部付近およびき裂進展部のSEM写真で、劈開ファセット、リバーパターン等、脆性破壊特有の微視的特徴が確認された。このような破面形態から、吊りビームのアイボルトは、ねじ切り始め部の腐食浸食部を起点として脆性破壊したものと判断された。



Fig.4.Photograph of the failure origin region.

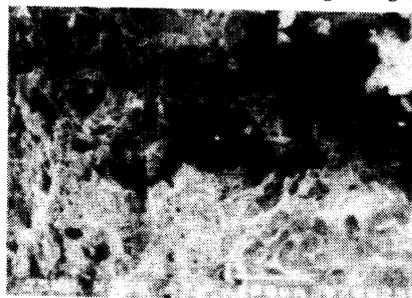


Fig.5.SEM observation of the failure origin region.

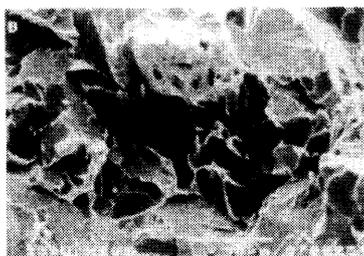


Fig.6.SEM observation of the crack propagation region.

2.2 大型貨物自動車重ね板ばねの破損事故

(1)事故概要:この事故は、大型貨物自動車が高速度道路を走行中、折損した重ね板ばねの一部が飛び出し、折から並進走行中の普通乗用自動車の前面ガラスに衝突・貫通して運転者を死傷させたものである。

(2)調査結果:事故車両を調べたところ、後軸右側の重ね板ばね(幅:70mm,板厚:11mm,板数:6枚,材質:SUP6)は、車軸の前で最下部を除く上4枚が折損していた。また、後軸左側の重ね板ばねは、車軸の前で下から2,3枚目が折損、さらに車軸の後で下から2,3枚目が折損していた。事故車両の後軸重ね板ばねには、総計8箇所(2箇所)の折損が確認され、そのうち6箇所(2箇所)の破面は既に赤茶色に錆びていて、相当以前から折損していたものと考えられたが、他の2箇所については清浄な破面であった。そこで、この清浄な破面について詳細な観察を実施した。

Fig.7に2箇所(2箇所)の清浄な破面のうちのひとつのマクロ破面形態を示す。破面は、複数の黒色半楕円表面き裂を中心として、スポーク領域とシェアーリップから構成されている。それぞれの黒色半楕円表面き裂の大部分は鉄酸化物と推定される皮膜で覆われて平坦であるが、周縁部は、凸凹した光沢のある破面形態を示していた。Fig.8に破断部付近の表面状態を示す。破断部付近の表面には、長手方向に対して垂直方向のき裂が多数認められた。破断端には、これらのき裂が合体したことを示唆する階段状の段差が認められた。Fig.9~11に黒色半楕円表面き裂の平坦部と周縁部および黒色半楕円表面き裂とスポーク領域との境界部分のSEM写真を示す。黒色半楕円表面き裂の平坦部は無特徴であったが、周縁部では、熔融噴出物が膜状に硬化して微小な球状突起が無数に付着したような形態を示していた。周縁部では、球状突起を縫うように進展したき裂が認められた。また、黒色半楕円表面き裂とスポーク領域との境界部分の領域では、劈開破面に類似しているが微細な凹凸の多く、擬劈開破面に微細なディンプルの混在した破面形態を示していた。もうひとつの破面には、黒色半楕円表面き裂の最外周縁とスポーク領域の間に、それ程明瞭ではないが、Fig.12に示されるような間隔不揃いのビーチマークが認められた。このような破面形態から、大型貨物自動車用重ね板ばねが、長期間にわたる板ばね相互の繰返し相対すべり(摩擦)によって発生したフレタイング疲労き裂を起点として疲労破壊したものと判断された。



Fig.7.Fracture observation of Leaf Spring.



(A~C:SEM photograph position)

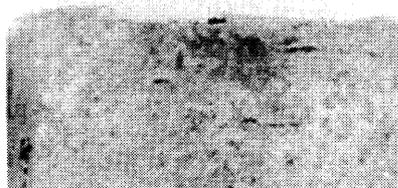


Fig.8.Freting fatigue cracks on side surface of Leaf Spring.

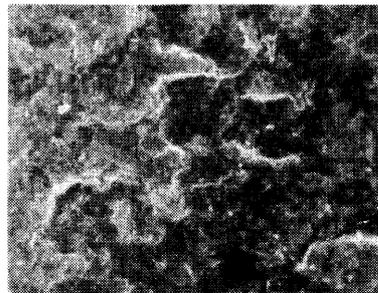


Fig.9.SEM observation of A region in Fig.7.

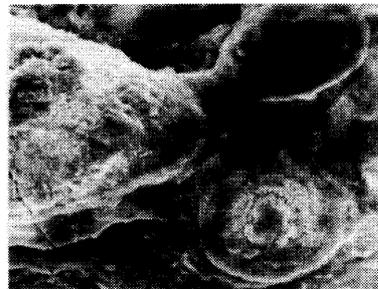


Fig.10.SEM observation of B region in Fig.7.

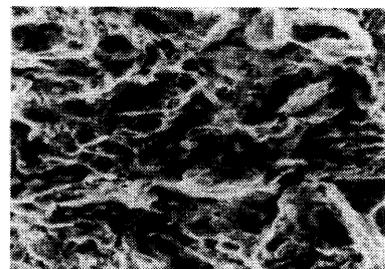


Fig.11.SEM observation of C region in Fig.7.



Fig.12.Beach marks on the fracture surface of Leaf Spring.

3. まとめ

事故調査の過程で「フラクトグラフィ」技術を活用した事例から、「腐食浸食部を起点とした吊りビームアイボルトの脆性破断事故」と「フレタイング疲労き裂の発生による大型貨物自動車重ね板ばねの破損事故」の2事例を紹介した。