

## 「破断面観察」と「金属組織観察」の違いについて

### 1. はじめに

当研究所では、金属製品・部品の破損や割れなどのトラブルについて、原因調査を行っています。その際に行う代表的な観察として

- ・破断面観察
  - ・金属組織観察
- があります。

しかし、これらの観察方法は専門的で、一般にはあまり知られていません。そのため、企業の方とお話ししていると、「破断面観察と金属組織観察を混同されている」と感じる場合があります。これらは似たように思われるかもしれませんが、実際には“見ているもの”や“目的”が異なります。そこで今回は、破断面観察と金属組織観察の違いについて簡単に紹介します。

### 2. 破断面観察とは～壊れ方を見る観察～

破断面観察は、部品が実際に壊れた面を観察する方法です。主に

- ・どこから壊れたか
  - ・どのように壊れたか
  - ・急に壊れたのか
  - ・徐々に壊れたのか
- などを調べます。たとえば
- ・疲労破壊
  - ・脆性（ぜいせい）破壊
  - ・延性破壊
  - ・腐食を伴う破壊（環境破壊）

などで破断面の特徴が異なります。破断面観察では、「どのような壊れ方をしたか」を調べることで、トラブル原因の“当たり”を付けます。

なお、破断面観察では、まず肉眼や実体顕微鏡で観察を行い、その後、必要に応じて電子顕微鏡（SEM）を用います。また、破断面には破壊の痕跡が残っているため、観察前に破断面を研磨したり、強くこすったりしないことが重要です。

### 3. 金属組織観察とは～材料の中身を見る観察～

金属組織観察では、材料内部の“金属の模様”ともいえる組織を顕微鏡で観察します。試料を研磨し、薬品で腐食（エッチング）することで

- ・フェライト
- ・パーライト
- ・マルテンサイト
- ・結晶粒
- ・炭化物

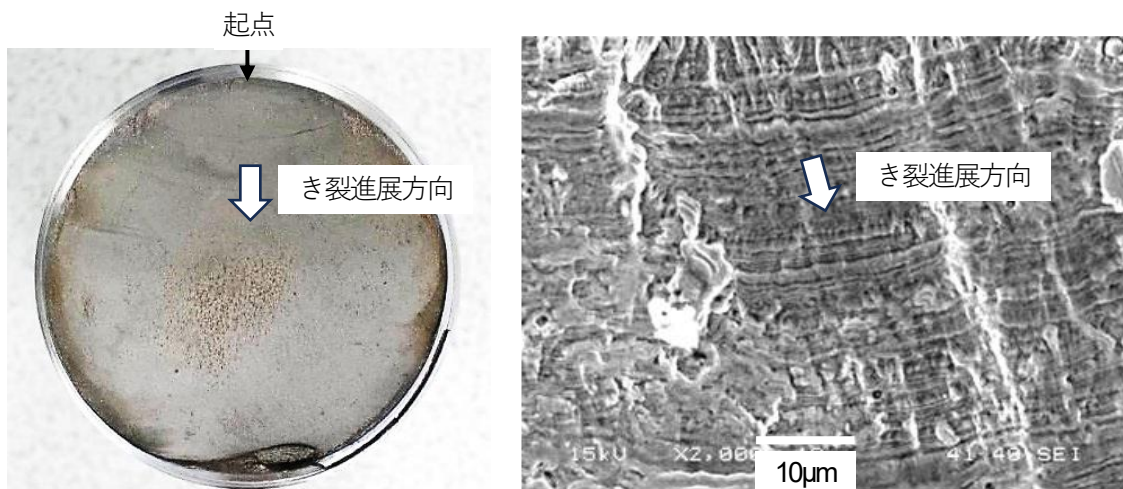
などが見えるようになります。これにより、金属組織観察では

- ・熱処理状態
- ・材料の硬さ傾向
- ・異常組織
- ・焼入れ不足
- ・組織の粗大化
- ・脱炭

などを確認できます。すなわち、金属組織観察は「なぜ壊れやすい状態だったのか」を調べるために行います。

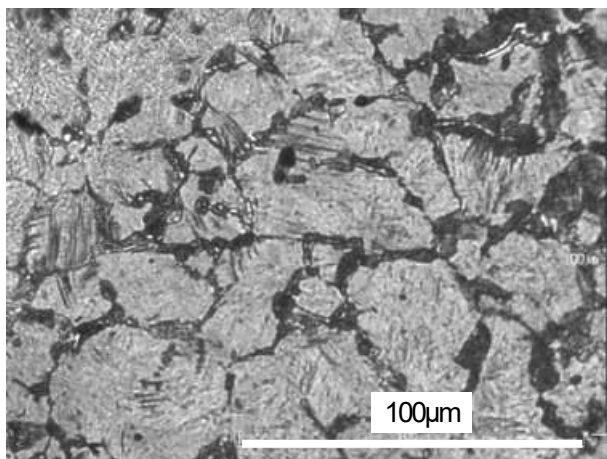
### 4. 破断面観察と金属組織観察の関係

実際のトラブル調査では、破断面観察と金属組織観察を組み合わせることが多くあります。たとえば、破断した機械部品について、電子顕微鏡による破断面観察で疲労破壊らしい模様が見られ（図 1）、金属組織観察で不完全な焼入組織が確認された場合（図 2）、「材料の強度不足で疲労破壊しやすかった可能性」を考察できます。

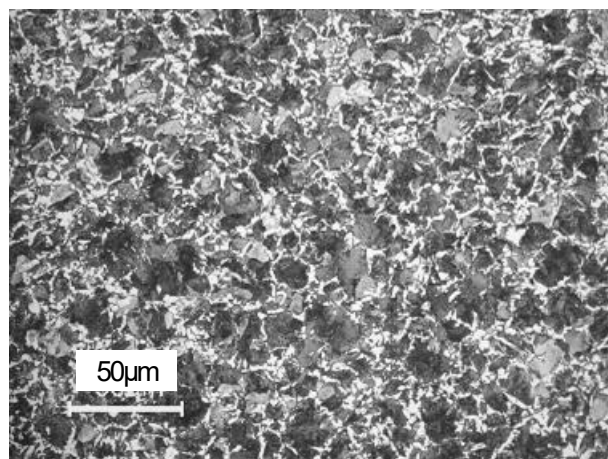


(a) 疲労破壊に見られるビーチマーク (b) 電子顕微鏡画像（ストライエーション）

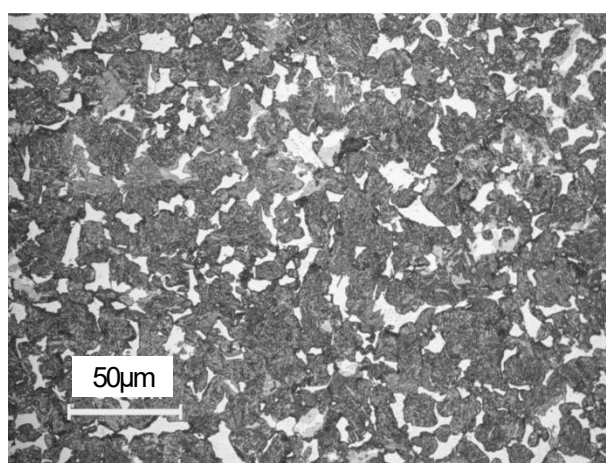
図1 疲労破壊に見られる破断面の例



(a) マルテンサイトと微細パーライト



(b) フェライトとパーライト



(c) マルテンサイトとフェライト

図2 不完全焼入れ組織の例 (硬い組織になりきっていない例)

つまり、破断面観察では「壊れ方を見る」、金属組織観察では「壊れやすさの背景を見る」という役割の違いがあります。実際、トラブル調査の業務においては、破断面観察で当たりを付け、金属組織観察で裏付ける、という考え方で進めることが一般的です。表1に、破断面観察と金属組織観察の違いについて、整理した結果を示します。

表1 破断面観察と金属組織観察の比較

項目	破断面観察	金属組織観察
主に見るもの	壊れた面	材料内部
分かること	壊れ方	材料状態
主な目的	原因の推定	原因の裏付け
代表例	疲労破壊、ぜい性破壊	不完全焼入れ、脱炭

## 5. よくある誤解

「金属組織を見れば原因が全部分かる」と思われることもありますが、金属組織観察だけでは壊れ方まで十分に分からない場合があります。逆に、破断面観察だけでは材料状態まで十分に分かりません。

このため、実際の解析においては

- ・破断面
- ・金属組織
- ・硬さ
- ・成分
- ・使用状況

などを総合的に確認して、原因を調べる場合もあります。

その一方で、総合的な確認には費用や日数がかかることから、「成分分析は不要」など、お客様と相談した上で、必要な試験に絞って実施する場合があります。

## 6. 終わりに

金属部品のトラブル解析では、「どのように壊れたか」、「なぜ壊れやすかったか」の両方を考えることが重要です。破断面観察と金属組織観察は、それぞれ役割の異なる観察ですが、組み合わせることで原因推定の精度向上につながります。当研究所では、各種観察や分析を通じて、地域企業のトラブル原因調査を支援しています。

## 参考文献

- 1) 藤木榮, 金属材料・部品の損傷および破損原因と対策Q & A, 2011年, 日刊工業新聞社
- 2) 野口徹, 技術者のための破損解析の手引き, 2014年, 工学図書
- 3) 材料技術教育研究会編, 金属組織観察のための検鏡試料の作り方, 2020年, 大河出版
- 4) 日本熱処理技術協会編, 入門・金属材料の組織と性質, 2004年, 大河出版

問い合わせ：新潟県工業技術総合研究所  
技術統括センター 斎藤 雄治  
TEL：025-247-1320