

ねずみ鑄鉄と球状黒鉛鑄鉄の破面解析手法

はじめに

鑄鉄は形状の自在性や撓動性、振動や音の減衰性などの特性から、各種機械部材として多用されています。しかし、材料中に脆弱で切欠きとなる黒鉛が多く存在するため、その破損事故は少なくありません。

破損原因を調べる上で破面観察は重要です。鑄鉄の破面は破壊モードに関係しない単調な黒鉛の破断面（黒鉛破面）と、基地の破断面で構成されているので厄介です。特にねずみ鑄鉄は黒鉛破面が支配的で、基地破面がパーライト組織（パーライト破面）であるため、破面観察による破損形態の識別を難しくしています。そこで、当所で行っている鑄鉄の破面解析方法について紹介します。

ねずみ鑄鉄

前述のとおり、ねずみ鑄鉄は破面の大半が黒鉛破面であるため、破損形態を察知するにはパーライト破面に注目した観察が必要です。当所の方法は「パーライト破面の面積率」、「パーライト破断面のマイクロ形態」の2つで判別しています。なお、この方法は文献¹⁾を参考とした、当所実験結果に基づくことを付記します。

(1) パーライト破面の面積率

破面に占めるパーライト破面の割合は、静的破壊が10～20%程度。疲労破壊が30～40%で、破壊が一発破壊（静的）か疲労破壊かはこのパーライト破面率で判別しています。破面率の違いは、き裂の伝播経路の違いによるものです。静的破壊はき裂伝播速度が急激で、巨視的力学条件に支配されるため、き裂が隣接する黒鉛同士の最短距離を伝播するので、パーライト破面が少なくなります。一方、疲労破壊はき裂伝播が遅く、微視的力学条件の影響を受けるため、き裂は必ずしも黒鉛同士の最短距離を伝播しないので、パーライト破面が多くなります。したがって、ねずみ鑄鉄の破面解析方法として有効と考え、その一つとしてパーライト破面率を用いています。

写真1がその一例です。パーライト破面が確認できる倍率でSEM写真を20～30視野程度撮影し、画像解析によってパーライト破面の面積率を算出・評価しています。

(2) パーライト破断面のマイクロ形態

もう一つの方法は、パーライト破断面のマイクロ形態で判別しています。写真2がその一例で左が引張試験、右が平面曲げ疲労試験によるパーライト破断面のSEM像です。引張の場合はディンプルが多くなり、疲労の場合はパーライトラメラの平滑破断面が多くなります。疲労の場合は、変形を伴わずき裂が進展していくために、破面は平滑破断面となります。このように鑄鉄でも基地のパーライト部分には、破壊形態を示す特徴が現れます。脆性破壊の場合も、へき開破面が現れます。

球状黒鉛鑄鉄

球状黒鉛鑄鉄の破面も、単調な黒鉛破面が多く含まれます。しかし、基地破面は破壊モードと組織に対応した形態を呈しますので、一般鉄鋼材料と同様の方法で観察を行っています。写真3がFCD400（基地フェライト）の破面例です。破面外観は静的破壊が黒色、疲労破壊が灰白色を呈しますし、そのマイクロ破面は前述しましたき裂の伝播経路と、基地組織に対応します。すなわち、写真のように静的破壊は黒鉛の露出が多く、基地破面は破壊モードに対応したディンプルやへき開面を呈します。一方、疲労破壊は基地破面の割合が多く、基地組織にフェライトがある場合は、疲労破壊特有のストライエーションマークも観察されます。

おわりに

鑄鉄は製造コストや固有の特性から、今後さまざまな機械部材に用いられ、破損事故に対する調査の重要性はさらに高まると考えられます。皆様からのご相談をお待ち申し上げます。

参考文献

- 1) 日刊工業新聞社 西田新一著
「機械機器破損の原因と対策」

お問い合わせ先

八幡事業所 TACセンター
濱口政彦、丸山和士
TEL 093-872-5366 FAX 093-872-5368
E-mail : hamaguchi-masahiko@nsst.jp
maruyama-kazushi@nsst.jp

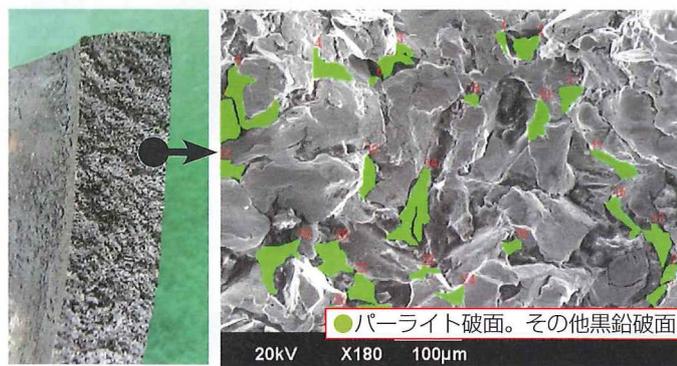


写真1 ねずみ鑄鉄のマクロ破面とその画像解析によるパーライト破面率の測定

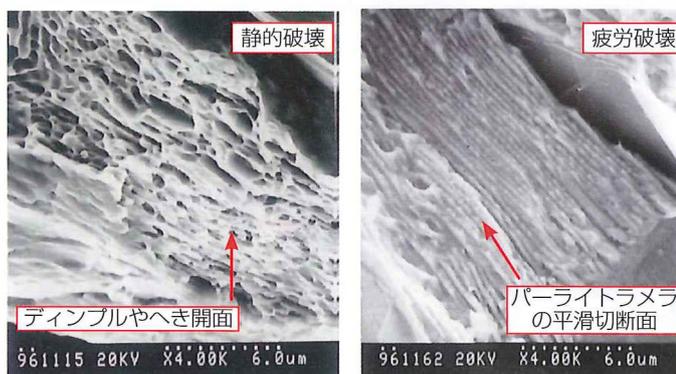


写真2 ねずみ鑄鉄のパーライト破断面の静的破壊と疲労破壊のSEM像

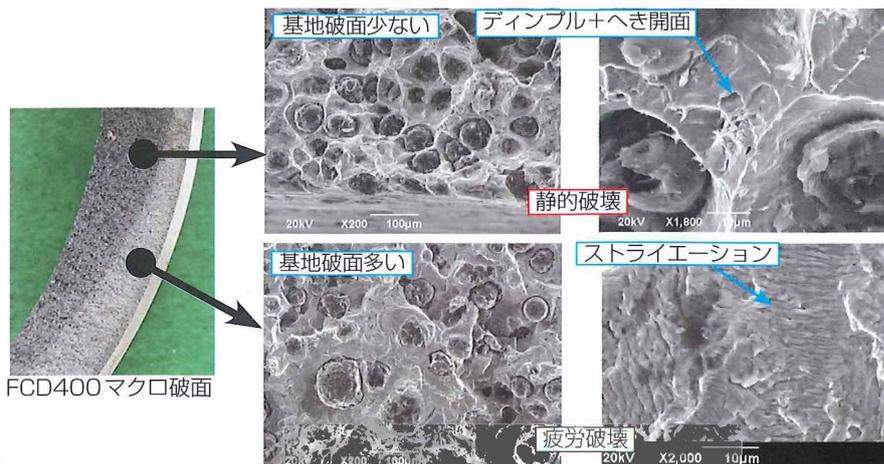


写真3 球状黒鉛鑄鉄(FCD400)のマクロ破面と静的破壊及び疲労破壊のマイクロ破面(SEM)