

〇〇〇〇社 御中

2025 年〇月△日
(株)神戸工業試験場 材料試験課

ハサミの折損調査案

1. 目的

庭木（バラ）の剪定中にハサミの刃が折れた為、原因究明の一環として、ハサミの損傷状況や破壊形態および材料性状を確認する為、各種観察・試験を行う。

2. 調査品の詳細

- (1) 名称：ハサミ（芽切小枝切鋏）
- (2) 材料：ステンレス鋼
- (3) 使用年数：約 5 年
- (4) 調査品の状況：Fig.1 参照



Fig.1 ハサミ

3. 実施項目

(1) 外観観察

ハサミについて、損傷状態（折損位置、変形の有無など）や使用状態（変色、刃こぼれ、かしの緩みなど）を確認し、デジタルカメラ、マイクロスコープ等で写真記録する。

一般的に、損傷部の塑性変形（伸びや絞り）が顕著な場合には過大応力、塑性変形がない場合には疲労破壊や応力腐食割れ等の事象が考えられるなど、外観観察は損傷形態や要因を判断する材料となる。

用語解説

⌘ 疲労破壊 (fatigue fracture)

通常では静的破壊を起こさないような低い負荷を繰返し受けることによって生じる破壊

⌘ 応力腐食割れ (stress corrosion cracking)

材料、環境、力の 3 つの因子が相乗的に作用して発生する割れ

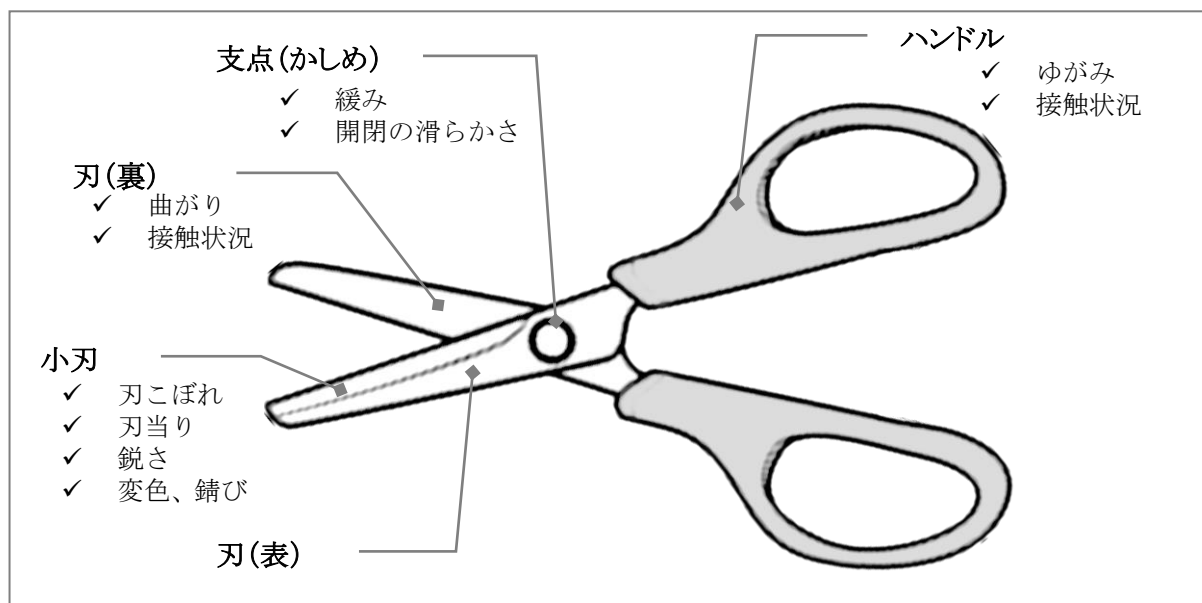


Fig.2 各部の名称と確認のポイント

(2) 破面観察

折損部の破面（破断面）を観察し、その特徴から疲労破壊や急進破壊などの破壊形態の推定や、破壊起点部の異常の有無などを確認する。

※観察にあたっては必要に応じて、破面を洗浄しますが、接触、腐食、付着物等の状態によっては、破面模様が確認できない可能性があります。

(2)-1 マクロ破面観察

折損部のうち一方について破面を低倍率で観察し、破面凹凸や特徴的な模様等のマクロ破面形態を把握し、起点位置やき裂の進展方向、破壊モードなどを推測する。

※マクロ破面観察は、次項のミクロ破面（SEM）観察に比べ、起点位置や色味情報の把握に向く観察法です。

※マクロ破面(外観も含む)の見え方は、光源の種類や向き等によって変化します。最も損傷の特徴を表す条件を選択して写真撮影を行います。

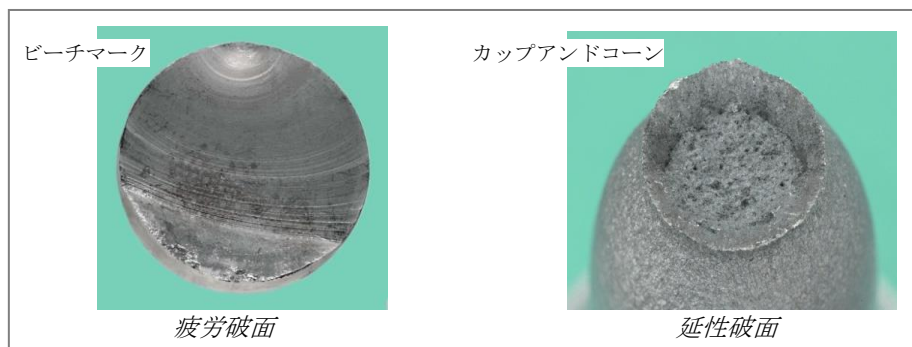


Fig.3 マクロ破面の観察例

(2)-2 ミクロ破面観察

走査電子顕微鏡（SEM）を用いて、破面を高倍率（数百倍から数千倍）で観察する。ミクロ破面模様を把握し、マクロ破面様相と併せて破壊モードを判断する。また、き裂発生起点に「腐食ピット、介在物、接触痕など」があると、き裂が発生し易くなる為、それらの異常の有無を確認する。

※ ミクロ破面模様は、破壊モードにより その形態が変化します。例えば、過大応力による急激な破壊の場合には延性破面（ディンプル）や脆性破面（リバーパターン）など、繰返し負荷による損傷であれば疲労破面（ストライエーション等）が観察されます。なお、硬い鉄鋼材料の場合、どのような破壊モードでも粒界破壊が発生し易く、破壊モードが判別できないことがあります。

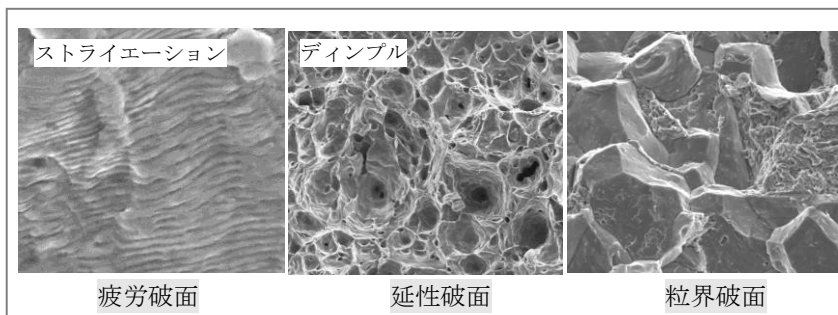


Fig.4 ミクロ破面の観察例

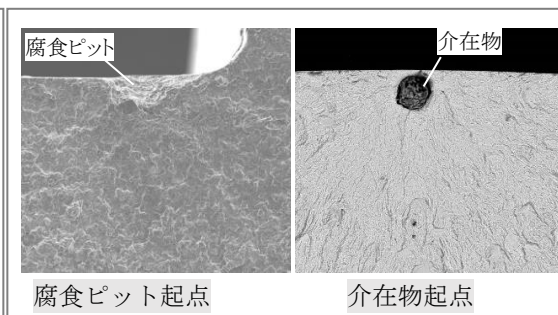


Fig.5 欠陥を起点とする破面の例

(3) 探傷試験

湿式蛍光磁粉探傷試験 (MT) を行う。折損部以外に刃にき裂が発生していないか確認するため、き裂が検出された場合には、発生位置や長さなど発生状況が判るよう写真で記録する。

※ 探傷試験には様々な方法がありますが、表面欠陥の検出にあたっては、浸透探傷試験や磁粉探傷試験を行うことが一般的です。

磁粉探傷試験は、磁性体材料を磁化し表面に磁粉を散布すると、傷に吸着され磁粉模様が現れることを利用した試験方法です。

試験体表面の線状傷（欠陥）の検出に適しており、開口していない欠陥も表面下 約 2 ～ 3 mm 深さまで検出できるとされています。

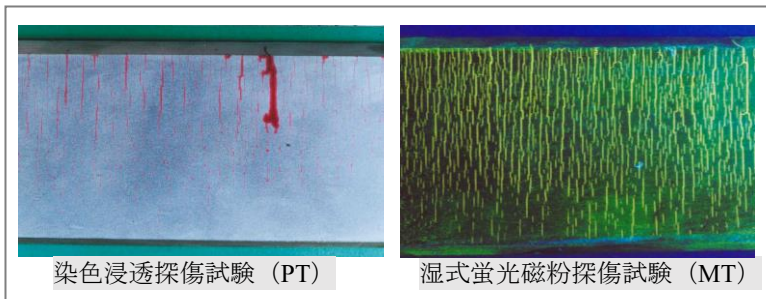


Fig.6 き裂の検出例

(4) 断面組織観察

破面の起点部および刃の断面について金属組織を観察する。

観察試料は、対象位置を切断、樹脂に包埋した後、鏡面状まで研磨してエッチングで金属組織を現出させる。観察と記録には光学顕微鏡を用いる。

ハサミの材料はステンレス鋼であり、用途的に通常は焼入・焼戻しの熱処理がなされている。金属組織を観察し、どのような組織を呈しているか、また熱処理はされているのか、起点部に腐食や介在物など製造や使用による強度低下要因がないかを確認する。



Fig.7 断面組織観察の作業手順

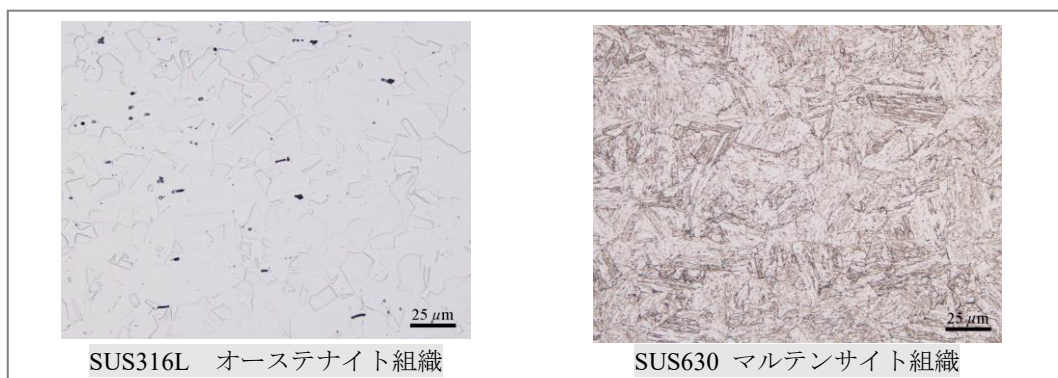


Fig.8 金属組織の観察例

(5) ビッカース硬さ試験

刃部および折損部の強度を把握するため、ビッカース硬さ試験を実施する。試料は前項の組織観察用試験片を使用する。測定位置は、折損部、刃先、一般部を予定しており、詳細位置や試験点数は、ミクロ組織性状に応じて決定する。

測定荷重は 100～500 gf と想定するが、組織状況をみて適宜選択する。

※ 硬さ試験は強度試験の一種であり、多くの材料では、規格や仕様で硬さの規定が設けられています。硬さ試験を行うことで、規定通りの材料であるか確認することができます。

また、鉄鋼材料などでは引張強度や疲労強度と相関があるとされており、局所的な機械的強度の把握や、サンプルサイズが小さく強度試験用の試験片が採取できない場合などに有効な試験法です。

硬さ試験には、ロックウェルやブリネル等の各種試験法がありますが、ビッカース硬さは、それらに比べて圧痕サイズが小さく、荷重を変更することで圧痕サイズを調整可能なため、対象が微小領域である場合に向く試験方法です。

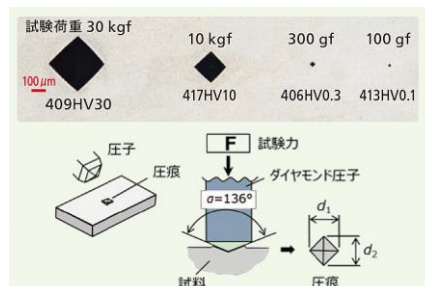


Fig.9 ビッカース硬さの概要

(6) 成分分析

刃の一般部について、エネルギー分散型X線分光分析装置（EDS）による元素分析を行い、含有成分を確認する。

ステンレス鋼には、Cr 等が意図的に添加されており、その含有量は腐食性や強度特性に影響を及ぼす。

今回、鋼種の詳細は不明の為、規格値との比較はできないが、ハサミに使用される材料として、顕著な異常がないかを確認する。

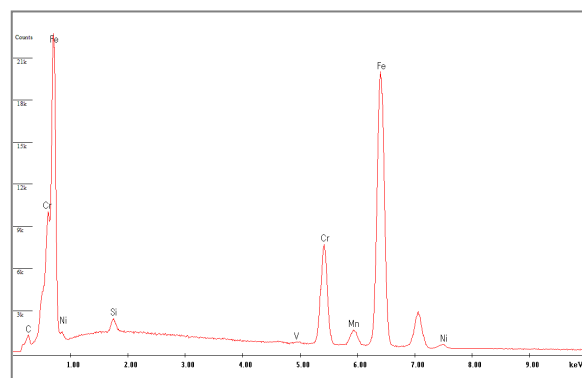
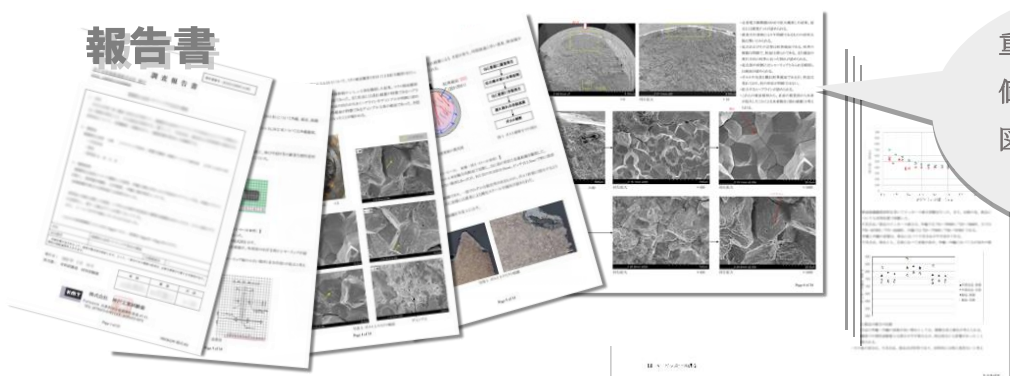


Fig.10 マルテンサイト系ステンレス鋼の分析例

4. 備考

- ・実施項目(1)～(6)で得られたデータをまとめ、結果を報告する。
- ・試験において、疑義が生じた場合には、速やかに報告し協議する。
- ・なお損傷調査は、損傷原因が明らかになる場合もあれば、試験や観察を行っても、その原因が分からない場合もあります。また、観察結果や測定値が、製品や使用状況として異常か妥当かの判断が難しい場合もありますことを予めご了承ください。



以上