

身近な金属の  
ミクロ組織を読む

# 第6回

はじめに

「肥後の守」といっても、最近の若い世代には知らない人のほうが多いことだろう。今では、ナイフやカッターあるいは電動式の鉛筆削りにとって代わられたが、文房具の小刀として幅を利かしていた時代もあり、年配の人たちにとっては少年時代の思い出に密着した懐かしい名前のはずである。

肥後の守は兵庫県三木市の特産品となっているが、その原形となる刃物が、熊本（肥後）からこの地に持ち込まれたのは明治37年（1904年）頃のことだといわれる。一時は製造業者40軒、従業者200名を数える規模にまで成長し、毎月1万挺のペースの生産が数十年間も続いたという。しかし、昭和30年代半ばの「青少年に刃物を持たせない運動」の波及とともに、男の子の手から肥後の守が取り上げられ、現在は3~4軒の登録業者になり、中でも常時生産しているのは1軒だけになったという<sup>1)</sup>。

つくり方

肥後の守の製造法には、「プレス打ち抜き法」と「火作り法」がある。前者は安価な製品の、後者は高級品の製造法となっている。ここでは、火作り法についてその製造工程を[図1]に示す[写真2]参照(注1)。



[図1]火作り法の製造工程

# 小さな名刀「肥後の守」

## ●シリーズ● 材料の素顔に迫る



[写真2]肥後の守の製作工程(上段は火作り法、下段は打ち抜き法:三木市立金物資料館による)

調査内容

調査したのは、文房具用の肥後の守[写真1]である。



[写真3]酸でエッチングした刀身(ブレード) 刀身を酸で軽くエッチングしたあとの状態を[写真3]に示す。写真で刃線に沿って黒く見えるのが刃の部分である。

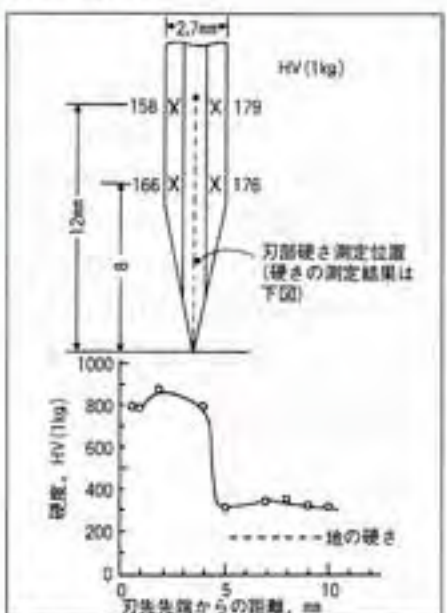
刀身および鞘の横断面を[写真4]に示す。刀身は、真ん中の刃部とその両側の地金部からなるサンドイッチ構造となっている。三層の各々の厚さは1mm弱で、刀身全体の厚さは2.7mmである。刃先の角度は約22度となっている。



[写真4]刀身・鞘の横断面(上:鞘、下:刀身)

刃部と地金部についてそれぞれ化学成分を分析した結果を[表]に示す。刃部はC量0.8%の炭素鋼、地金部は純鉄に近い極低炭素鋼である。

刀身の横断面について硬さを測定した。刃部の硬さの刃先からの距離による変化を[図2]に示す。刃先から4mm程度までは、HV約800の高い硬さを示すが、刃先から5mm以上離れたらHV300程度の硬さとなる。一方、サンドイッチの両側の地金部の硬さは、HV160~180である。

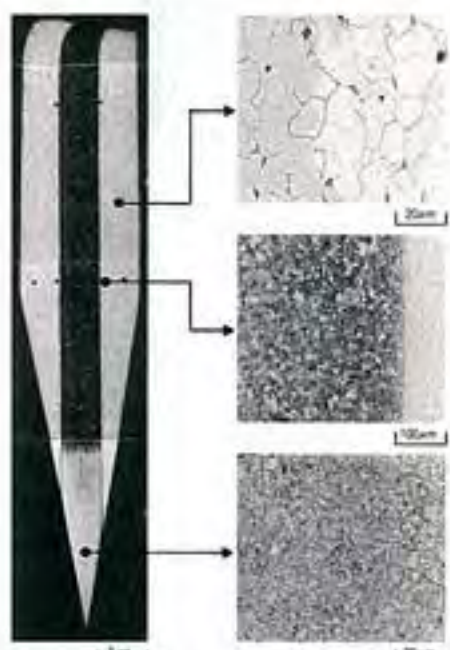


[図2]刀身断面の硬さ分布

刀身の横断面について金属組織の顕微鏡写真を[写真5]に示す。刃先は、いわゆる焼きの入ったマルテンサイト組織であるが、刃先から4~5mm以上も離れたら焼きが入らず、いわゆる不完全焼入れ組織となっている。地金部はフェ

[表]肥後の守の化学成分

刀身	部	化学成分 (wt%)					
		C	Si	Mn	P	S	その他
刃部	刃部	0.80	0.25	0.46	0.016	0.007	Cu, Niそれぞれ0.01, Cr0.15, Mo<0.01
	地金部	0.042	0.01	0.28	0.018	0.005	Cu, Niそれぞれ0.01, Cr0.02, Mo<0.01
鞘		0.032	0.008	0.17	0.010	0.008	Cu0.02, Ni0.05, Cr0.05, Mo<0.01



[写真5]刀身の横断面と各部の顕微鏡組織

イト組織である。このような組織の移り変りの状態は、硬さの測定結果と良く対応している。

次に、鞘について。つくり方は、素材の板(厚さ約1mm)を型抜きして粗形を作り、刻印や孔あけを行ったあと、折り曲げて鞘の形とする。さらに、めっきを施し、ブレードと組み合わせて完成品としている。刀身を取めるために、鞘の横断面はU字形をしている[写真4]。

[表]に鞘の化学成分を、[写真6]にその金属組織を示す。金属組織は比較的細かい結晶粒のフェライト組織である。鞘の外表面にはめっきが施されており、EPMAで分析したところ、ほとんど純粋なニッケルからなっていた[写真7]。その厚さは3~4μmである。

# の切れ味を探る。

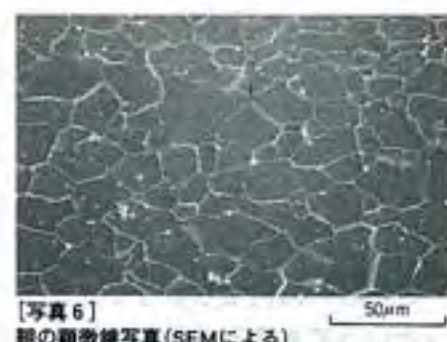
●当社元相談役  
邦武 立郎

小刀(こがたな)といえば、竹を削って竹とんぼを作った懐かしい少年時代を思い出される方も多いのではないのでしょうか。研げば研ぐほど切れ味を増したあの小刀(別名「肥後の守」)が実は「小さな日本刀だった」と聞けば、改めてちょっとした驚きを「肥後の守」の切れ味の秘密を探ってみましょう。

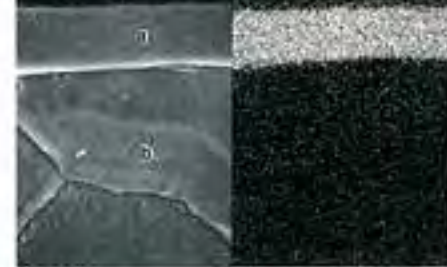
調査結果のまとめ

調査した肥後の守の刀身は、三層のサンドイッチ構造となっている。すなわち、両側の低炭素鋼の層で中央の刃部層を包み込んでいる。

刃部層は、0.8%程度の炭素量の共析炭素鋼(注2)である。刃の中央層(厚さ1mm)は、切先から深さ4mm程度までマルテンサイト組織を呈し、HV800の高い硬度を示す。新品の場合、この高硬度部は両側の地金層から2mm程度露出し、鋭い刃先角度(約22度)とともに鋭利な切れ味を演出して



[写真6] 刃の顕微鏡写真(SEMによる)



[写真7] 鞘のめっき層のSEM写真とニッケル分布

いる。しかし、刀身の大部分は軟らかい軟鋼の層で扶まれているので、刀身全体としては結構剛性を有するはずである。

ちなみに、この刀身はサンドイッチ構造のクラッド鋼板(注3)を素材として、打ち抜き法で作ったものと考えられる。一方、鞘は軟鋼(厚さ約1mm)を折り曲げたもので、外表面に3~4μm厚のニッケルめっきを施している。

おわりに

肥後の守の刀身は、硬い共析炭素鋼のマルテンサイト層を軟らか

いフェライト層で包んだ三層構造の、いわゆる複合材料(コンポジット)でできている。切れ味をマルテンサイトが担い、剛性を軟鋼でカバーしている。肥後の守は、小さな日本刀ということができよう。

(注1)三木市立金物資料館の展示その他を参考にした。  
(注2)炭素鋼において、C量0.8%近辺の鋼を共析炭素鋼という。その標準組織(焼入れ)は、ほぼ100%のパーライトからなっている。  
(注3)鋼板と異種の鋼板あるいは金属板を接合した複層の鋼板。例えば、軟鋼板の表面に薄いステンレス鋼板を接合したステンレス・クラッド鋼板もその一種。ここでは、C%の高い鋼板を中央層として、両側を軟鋼板で挟んだサンドイッチ構造のクラッド鋼板が使われている。

[参考文献]  
1)「ナイフ・マガジン」1991.6. ワールド・フォートプレス

# Q&A 「クリープ」とはなにか?

「高温で長時間使用しているが材料は大丈夫だろうか?」という不安を抱いたことはありませんか。材料が高温にさらされると組織がどんどん変化し、短時間ではまったく変形しないような小さな力でもそれが長時間にわたって作用すると、材料の変形が進みついには破壊に至ってしまいます。これが「クリープ現象」です。今回はこのクリープ現象について考えてみましょう。

クリープ現象を調べる方法は?

材料のクリープ現象を調べるには、クリープ試験片[図1]を用いて、クリープ試験機による試験を行います。時間と試験片の伸びの変化を測定しクリープ曲線[図2]を求める場合には、シングル型クリープ試験機[写真1]を使いますが、破壊までの時間を知るだけでよい場合は、一度に多数の試験が可能なマルチプル型クリープ試験機[写真2]を使います。特殊なものとしては、管状の試験片の管内に圧力蒸気を加え、実際のクリープ現象を模擬した条件下で試験を行うことのできる内圧クリープ試験機があります。



[図1]クリープ試験片



[図2]クリープ曲線の模式図

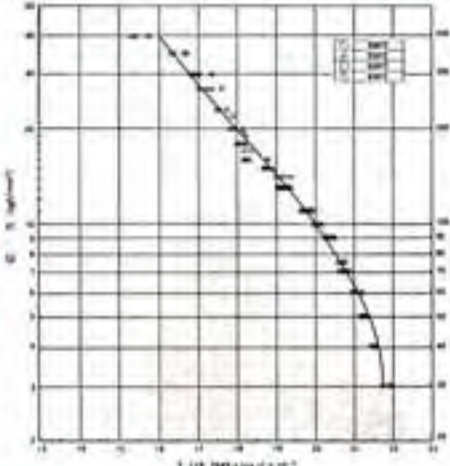


クリープ強度とはなにか?

クリープ破壊を防ぐには、材料のクリープ強度を知る必要があります。工業的には、つぎの2種類のクリープ強度を定義しています。  
①0.01%/1000Hクリープ強度(1000時間で0.01%のクリープひずみを生ずる応力)  
②10万時間クリープ破壊強度(10万時間でクリープ破壊する応力)  
これらの強度は温度により変化しますので、各温度におけるクリープ強度の値が必要になります。

クリープ強度を求める方法は?

クリープ強度を求めるにはクリープ試験を実施しなければなりません。10万時間もの長時間の試験をするわけにはいきません。そこで、加速クリープ試験(温度または応力を実際より大きくして試験する)によって、1~2万時間程度の試験を行い、10万時間のクリープ強度を推定します。推定方法のひとつにパラメータ法があり、その代表的なパラメータが Larson-Millerパラメータ(T(C+log)t): T=絶対温度K, t=時間h, C=材料定数)です。[図3]は、このパラメータ(横軸)に対するクリープ破壊強度パラメータ線図の例です。この線図とパラメータ式を使って、評価したい温度での10万時間クリープ破壊強度を求めることができます。



[図3]STBA24(2.25Cr-1Mo鋼, Ann)のクリープ破壊強度パラメータ線図

クリープは対数の世界に棲んでいる!

クリープ現象は対数の世界で進行します。工業的に必要な10万時間(11年間)というオーダーの中では、材料の劣化は温度に対して非常に敏感になり、温度が10度上がれば破壊時間はおよそ2分の1になります。ですから、プラントの運転や設計時には、温度というものをとりわけシビアに考える必要があるのです。

# 話題

国体ソフトボールに出場! 社員6名を含む兵庫県チーム 昨年10月29日から愛知県で開かれた第49回国体大会のソフトボール成年男子2部(40才以上)に、当社社員6名を含む兵庫県チームが近畿ブロック代表として出場しました。 兵庫県チームは8月に開かれた近畿ブロック代表決定戦に兵庫県代表として参加し、決勝戦で奈良県チームを破り念願の国体出場を果たしたものです。 静岡県チームに負けてしまいましたが、当地での熱い歓迎と応援を受けて試合に出場し、国体に出るという貴重な思い出を胸に刻むことができました。