

剣の道

2008.5.30

S.T.

1. まえがき

日本刀に代表される“剣”は、人と人との争いに用いられた武器であるが、長年改良を競ううちにより実用性に富むものとなっていった。その発展の道は、金属の加工を設計するわれわれ業務の参考にもなる。

2. 鉄の発見

古くより、ある種の砂に熱を加えると、溶けて後に凝固物が残ることが知られていた。この凝固物はたたくことによって、形を変え硬くすることが出来たので、祭りの道具とか戦いのための剣などへと工夫が凝らされていった。これが金属の発見であり、鉄とか銅を主成分とするものであった。

人類が手にした金属は多々あるが、その量において、性質において、鉄が他を席巻し、多くの道具・構造体に活用されてきた。

3. 鍛える

鉄の性質をいま少し勉強してみる。鉄は**展性・延性**に富み加工しやすいことから戦いの武器として用いられるようになり、より洗練されていった。素材をたたいて延ばし、たたんでまたたたくことによって不純物を除去し粘りを増していく。³⁾⁴⁾

4. 剣の素材

日本刀が何で出来ているかと問えば、大方の人が“鉄”と言うのであろう。もちろん間違えてはいないが、正解ともいい難い。鉄だけでは目的に適った性能が得られないのである。その切れ味を高めるため、また容易に折れぬようと、長い繰返し経験の中で使用目的に適うものを造り上げた。これを今の目で分析すると結果的にいろいろな金属が混じり込んでいる。これは今で言う“鋼”(合金)にほかならない。²⁾

5. 焼き入れ・焼きなまし

そもそも鋼とは刃物に用いる金属と言う意味で、硬く切れ味がよいところにその名の由来がある。刃物を作るときに、炭素を含んだ鉄を熱して水などで急冷すると全体が硬くなって切れ味が良くなる。この行為を“**焼き入れ**”という。しかしながら硬いばかりで折れやすいのでは道具として用をなさない。これを不都合として今度はゆっくり冷やすとやわらかく粘りのある金属が得られる。この行為を“**焼きなまし**”という。さて剣としては切れ味よくかつ折れないものが求められるところから、刀身を粘土で

くるみ刃先をむき出しにして、ぬるま湯につけて“**焼入れ**と”“**焼きなまし**”を活用した細工が行われてきた。

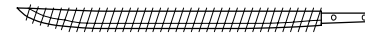


図-1 焼き入れ

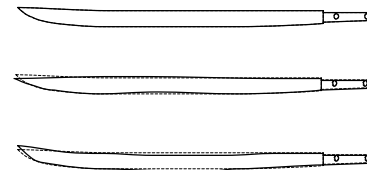
鍛え終えた鋼の形を整えて、800 に熱した後、ぬるま湯につけて急冷するが、刃先のみには焼入れ効果が出るように、刃の部分は薄く背の部分には厚く粘土を巻き込む。

上記手法のほか、別々に鍛えた異なる硬さのものを後から貼り合わせる手法もあるが、あえてここでは触れないものとする。¹⁾

6. 反りの効能

ものをたたく棒はまっすぐなもので良い。またノコギリのように押したり引いたりするものもまっすぐで良いが、日本刀でものを切るときは「たたく」「ひく」を同時に行うので、適度な**反り**が欠かせないものとなる。また、反っているとたたいたときの打撃力が曲げのみでなく、アーチアクションとして作用するので折れ難くもなる。さらには片刃ゆえに生ずる焼き入れ時の反りの誤差も気にしなくて済むことになる。

焼入れ時の形の変化



800 に加熱された状態

刃先が冷えて若干逆反りとなる。

刀芯が徐々に冷えて縮み、刃先に圧縮力を加えながら永久反りを形造る。

7. あとがき

よい日本刀を手にとると吸い込まれるようだ。研ぎ澄まされた刃先には奥行き(透明感)がある。また切れ味鋭い刃と粘り強い刀身が合体し、お互い助け合っている。刃と刀芯は強く結ばれていて、その間に働くせん断力にもズレることなく、焼きなまし時に生じた刀芯の縮みによって、刃先に圧縮プレストレスが導入され、刃先を一層堅固にしているなどと思いをはせると興味は尽きない。

そもそも機能(実用性)を突き詰めたものには「**機能美**」というものがある。

付録資料

1) クラッド鋼(圧着鋼)

クラッド鋼とは、前述二つの性質を持つ金属を重ね合わせて一体化させたもので、刃物などで粘りのある芯材の周りに硬いものを貼り付けたもの(図-1)、防錆の目的などで鋼板の上にステンレス版を圧着したもの(図-2)などがある。その他クラッド鋼とは言わないけれども、ドライバーの先端のみを超硬鋼として繋いでいるものもある。



図-1 刃の断面

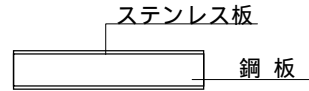


図-2 支承スライド版

2) 高炉・電炉による鋼の製造

刀を作る際の素材とした砂鉄には量的な制約があり、また鍛冶屋の感頼りでは時代の要請に応じていけない。ゆえに鉄鉱石をコークスで焼いて溶かし、鉄に意図的にある種の物質(金属)を加えて、用途別の需要に応えるのが現在の製鉄技術である。

表-1. 鋼の分類と用途

種別	化学成分%					機械的性質				用途	注
	C	Si	Mn	P	S	抗張力 kg/mm ²	降伏点 kg/mm ²	伸び %	ブリネ ル硬度		
特別極軟鋼	<0.08	<0.05	0.20~0.40	<0.05	<0.05	32~36	18~28	30~40	95~100	電信線、薄板	軟
極軟鋼	0.08~0.12	*	0.30~0.50	*	*	36~42	20~29	30~40	80~120	溶接管、サッシェ、びょう	
軟鋼	0.12~0.20	<0.20	*	*	*	38~48	22~30	24~36	100~130	鉄骨、鉄筋、びょう、ボルトナット、棒、造船、車両用板、形鋼	鋼
半軟鋼	0.20~0.30	*	0.40~0.60	*	*	44~55	24~36	22~32	120~145	建築、造船、橋梁、ボイラ板	
半硬鋼	0.30~0.40	0.15~0.25	*	*	*	50~60	30~40	17~30	140~170	シャフト、ボルト、尖板	硬
硬鋼	0.40~0.50	*	0.50~0.70	*	*	58~70	34~46	14~26	160~200	シリンダ、軌条、外輪	
至硬鋼	0.50~0.80	*	0.60~0.80	*	*	65~100	36~47	11~20	180~235	シャフト、ねじ軌条、外輪	鋼

一般に鋼中の炭素: Cを増加すると硬くなり引張強さも増大するが、反面もろくなる。橋梁・建築などに用いる鋼材は、単に炭素を増すのではなく、他の添加物: Si、Mn、Cr、Moなどの含有量を変えて、さらに焼入れ・焼戻し・圧延などを施して需要家のニーズに応えている。

さらには、近年Ni、Cuなどを加えた錆び難い鋼材の使用頻度も増加している。

3) 不純物の除去

素材の中に気泡などが混ざるのは論外であるが、含有金属でも硫黄やリンなどは鋼をもろくする働きがあるので表-1に示すようにすべての鋼材で0.05%以下にするように管理されている。

4) 圧延

鋼は結晶を小さくすればするほど強度が増す。現在の製鋼技術では機械的に高い圧力で繰り返し圧延することで、結晶を小さくしており、一般鋼で20ミクロンのところを数ミクロンにまで小さくした超硬鉄鋼の製作が可能となっているが、ごく少量であるならば、たたくという手法が結晶の微細化に有効である。

5) 矯正

常温で固体の金属は熱すると膨張しながら溶けて、また冷やすと縮みながら固まる性格がある。これら様態の変化点をそれぞれ、「溶解点」「凝固点」という。

問題はこれら二つの変態点の温度が異なることである。

鋼板の片面をバーナーで熱すると最初は熱した側が延びるが、これが冷えると反り返しが最初の反り以上に発生する。この性質を利用して鋼構造物のひずみを直す作業を「加熱矯正」という。

橋梁の桁に補剛材を溶接で取付けると図のように加熱側に引っ張られて、やせた馬のアバラ骨のようになってしまう。これを「やせ馬」と言うが、これを矯正するには縮めたいところをあぶって直す「過熱矯正」という方法が採られる。

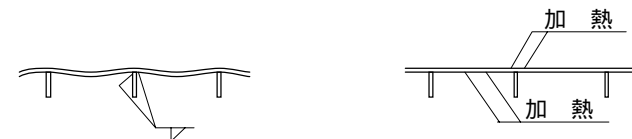


図-3 補剛材取付けで生じたやせ馬

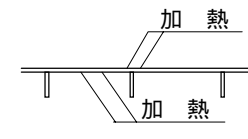


図-4 凸部を熱して整形する加熱矯正

6) 反り加工

橋桁に「反り」を設ける場合、図-5のように板組み断面であればウェブを反り状に切り出せばよい。これが図-6のように形鋼であればプレスまたは加熱加工が採用される。(曲がりが極端な場合は高周波加工という手もあるが...)



図-5 腹板を反り状に切出したもの



図-6 下面を熱して反りを設けたもの