

ヤスリ製造技術マニュアル

目次

- . 鉄鋼のできるまで 1
- . 鉄と鋼 3
- . 各元素は刃物鋼にどのように
影響するか 6
- . やすり材の圧延 9
- . 鍛造（火造り）成形 15
- . 焼なまし 24
- . 味噌付け 63
- . 焼入れ 68

・鉄鋼のできるまで

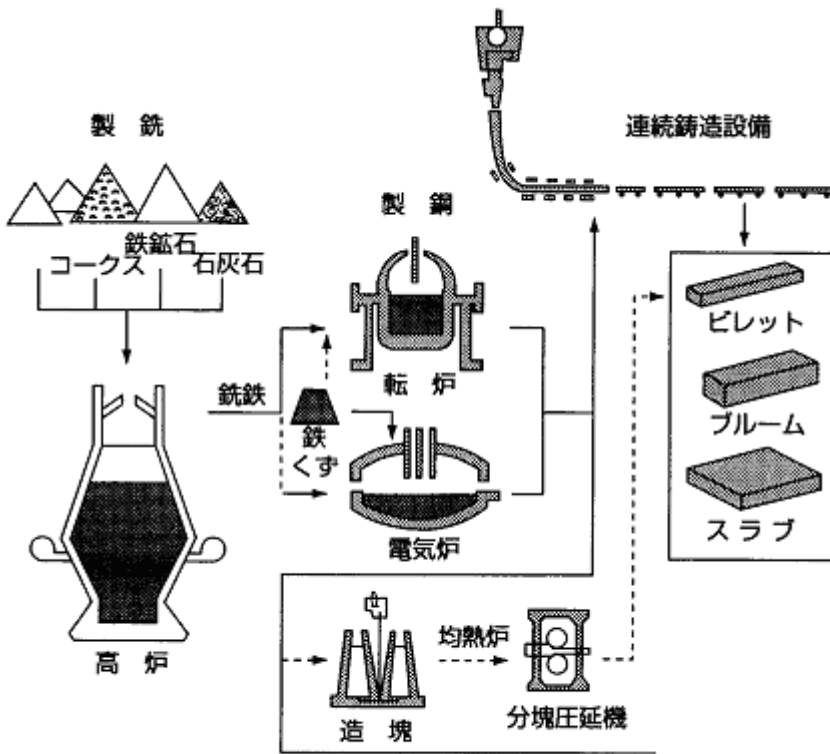
石が鉄になった。大昔の人は、石の上で焚き火をしていて鉄を見つけたという。現在では、炉の中で石を溶かし鉄に変える。炉は高炉（溶鉱炉）と呼ぶ巨大な構造物、石は鉄分を含む鉄鉱石（約60%の鉄分）、鉄に生まれ変わるプロセスはこうだ。

製鉄

巨大な高炉に鉄鉱石（磁鉄鉱 Fe_3O_4 ・赤鉄鉱 Fe_2O_3 ）、コークス、石灰石を入れ、1300℃の熱風を吹きこむ。そうすると、コークスは燃えて1800℃近くの高

温ガスが発生し、鉄鉱石を溶かしながら還元という作用で鉄鉱石と強く化合している酸素を奪い取っていく。溶けた鉄は炉の中を流れ落ち、コークスの炭素と接触してさらに酸素を取られ、炉の底にたまる。できた鉄を銑鉄という。銑鉄には鋼の原料になる製鋼用銑と鑄物の原料となる鑄物銑がある。

鉄鉱石の中には鉄分のほかに、脈石という無用な岩石が含まれているので、鉄分に混じり込まないように石灰石と化合させる必要がある。石灰石と結びついた脈石はスラグとなって除去される。このスラグは高炉セメントとして利用されたり、



鉄鋼の製造工程

り、地盤改良材に使われたりする。

製鋼

銑鉄は炭素分（C）を4～5%も含み、また、珪素（Si）、リン（P）、イオウ（S）なども多いため硬くてもろい。これをねばりのある強靱な鋼にするため鋼をつくる別の炉の中に入れ、炭素や不純物を少なくする。現在利用されている鋼をつくる炉（製鋼炉）は、転炉と電気炉である。

転炉は「火を使わずに溶鋼をつくる方法」と、発明者のヘンリー・ベッセマーは説明した。その方法は溶けた銑鉄を壺型の転炉にいれ、そして石灰石を投入し、炉の上から高圧にした酸素を吹き込むことによって行われる。酸素は銑鉄中のCやSi、マンガン（Mn）などと急速に反応し、酸化熱を発生して燃焼させる。この燃焼で生じた酸化物や、P、Sなどの不純物は石灰石と化合して、スラグ（転炉滓）となり排出される。この操作を精錬と呼ぶ。精錬が終わりできたものが鋼である。

電気炉は文字どおり電気の熱を利用して鋼をつくる。炉の形はふたのついた鍋に似ている。原料は転炉とちがって溶けた銑鉄ではなく、鉄くずを使用する。炉に電流を流すと黒鉛の電極と鉄くずの間にアークが発生し、その熱で鉄くずは溶けていく。溶けた鉄くずの中の酸素やSを取るために粉末のコークス、石灰石などを加えて、精錬すると鋼ができる。

種 類		化 学 成 分 %						
		C	Si	Mn	P	S	Cu	
1 種	1 号	3.50 以上	1.20 以下	0.40 以上	0.300 以下	0.050 以下	—	
	2 号	3.50 以上	1.40 以下	0.40 以上	0.500 以下	0.070 以下	—	
3 種	1 号	A	3.50 以上	0.50 以下	0.40 以下	0.350 以下	0.050 以下	0.02 以下
		B	3.50 以上	0.50 以下	0.41 以上	0.350 以下	0.050 以下	0.02 以下

できあがった鋼は、造魂という工程で鑄型のなかに注ぎこまれ、鋼現になる。さらに、鋼魂は均熱炉で加熱され、分魂圧延機で伸ばされてピレット（小鋼片）・ブルーム（大鋼片）・スラブ（厚鋼片）などと呼ばれる半製品になる。

最近では連続鑄造といって、できあがった鋼を取鍋に注入し、さらに冷やしている鑄型に導き、固まった鋼を鑄型の底から連続して引きだし、ロールで圧延していく方法がある。圧延して帯状に伸ばされた鋼片は、ガス炎で所定の長さに切断され、ピレット・ブルーム・スラブになる。

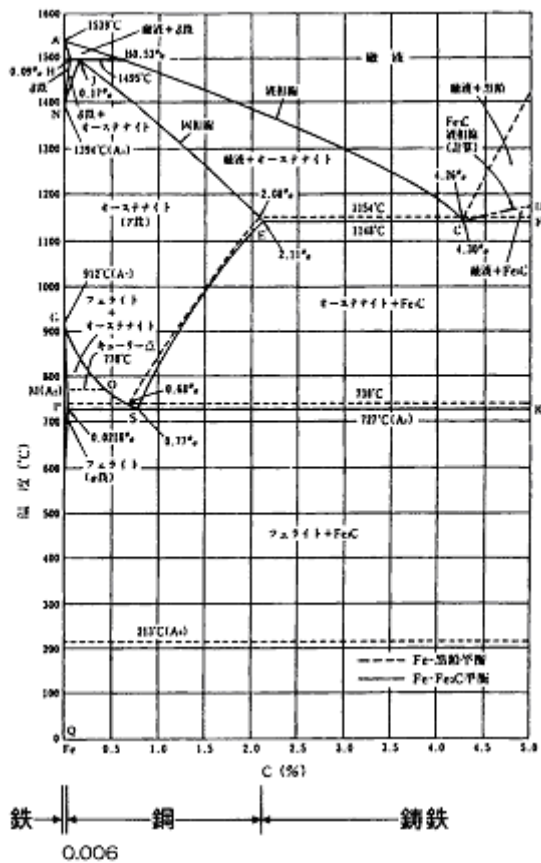
ピレット：小鋼片。断面は主に 40 ~ 150mm 角の長方形、長さは 1 ~ 2 m。断面が円形のものもある。条鋼、線材、帯鋼などの原材料となる。

やすり材は径が 25 ~ 50mm の丸いピレットを圧延する。

参考文献

- ・（社）日本鉄鋼連盟；鉄ができるまで、（社）日本鉄鋼連盟
- ・（社）日本鉄鋼連盟；みんなの鉄、（社）日本鉄鋼連盟
- ・岡本正三；鉄鋼材料、コロナ、S41
- ・大和久重雄；鋼のおはなし、日本規格協会、1985
- ・日本規格協会

鉄と鋼



Fe-C系平衡状態図

含有成分による鋼の種類		
鋼の種類	成分の特徴	製品の例
炭素鋼	C(炭素) 0.12%以下	自動車、冷蔵庫、洗濯機などの薄い板金、電気鋼、プリキチ、トランス鋼
	0.12%~0.30%	船舶、建機、客車、貨車などの鉄鋼、形鋼、鋼材、ボルト、ボルト母、針金、釘
	0.30%~0.50%	汽車、電車の車輪、車軸、歯車などの機械部品、ばね
	0.50%~0.80%	機関車の車輪、レール、ワイヤロープ、ばね
炭素工具鋼	0.80%~1.5%	かんきり刃、刃物鋼、やすり、バイト、モンライ、ペン先、よく削れる刃物
合金鋼	Si 0.3%~2%	モーター、トランス
	Ni 0.4%~1.5%	バルブ、ナット、軸、歯車、タービン鋼
	Co 0.4%~1.3%	
	Mn 0.15%~0.7%	
合金工具鋼	Cr 1.5%以下	バイト、ダイス、ポンチ、タガメ、鋸鋸
	W 1.0%以下	
軸受鋼	Cr 0.9%~1.6%	軸受、ベアリング
	Cu, Ni, Cr各1%以下	寝床、枕、船舶、鉄道、風山、自動車
ステンレス鋼	Ni 8.0%~16%	食器、器具、化学工業機械部品、自動車、建築材、電線
	Cr 11.0%~20%	
特殊鋼	Ni 13.0%~22%	特殊エンジン
	Cr 8.0%~20%	
高速鋼	W, Co 6.0%~22%	強力バイト、ドリル

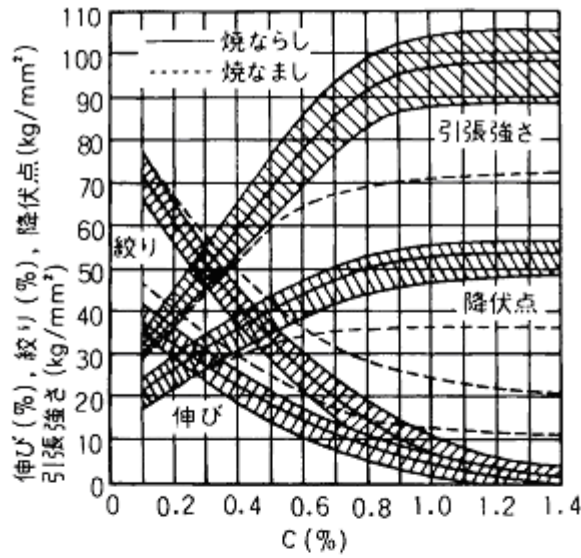
「鉄は熱い打ちに打て」の鉄や、「薄い鉄板」、「コンクリートの鉄筋」などといわれる鉄は、鉄ではなく鋼のことである。そうすると、鉄と鋼の違い、鉄とは、鋼とはが問題になる。

鉄の定義は、学術書によると常温で、純鉄にCを0.006%含む合金である、という。そのような鉄はあまりにも弱いもので工業界では利用されず、使用しているとすれば企業や大学の研究室、国・地方の研究機関ぐらいであろう。ゆえに、-我われが目にして鉄は、ほとんどすべて鋼である。

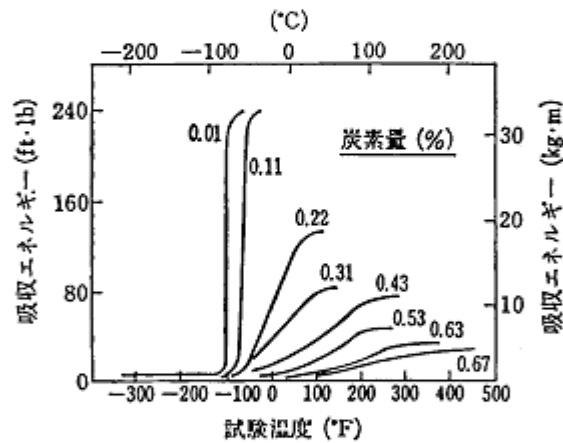
鋼は含まれている成分によって、炭素鋼と合金鋼にわけられる。炭素鋼は文字どおりCのみを含有し、その量の多少で極軟鋼、軟鋼、硬鋼、最硬鋼、炭素工具鋼に分類される。また、別の分け方では、鉄に炭素がいかほど入っているかで鉄、鋼、鋳鉄とに区分される。大まかにいえば、C量が0(ゼロ)のものが鉄(Fe)、Cが多からず少なからず適当に入っているものが鋼、多すぎるぐらい入っているものが鋳鉄(鋳物)ということができる。炭素鋼にニッケル(Ni)、クロム(Cr)、モリブデン(Mo)、バナジウム(V)、コバルト(Co)などの合金元素が入ると調味料のような作用で、特殊な性質を発揮するようになる。合金元素入りの鋼を合金鋼という。鋼にとって一番重要な元素は、Cである。C量がふえると鋼の強さを表す降伏点・引っ張り強さ・硬度は上がり、強く硬くなる。その理由は、FeにCが入ると、化合してFe₃C(セメンタイト)となる。化合物セメンタイトはセメントのように硬いのでその名があり、このセメンタイトがFe中に分散しているから強く硬いわけである。反面、Cが多量に入ると伸び・絞り・衝撃値などが下がりもろくなる。やすりに使用される材料は、炭素鋼の中でもC量の最も多い炭素工具鋼である。このクラスの材料は刃物に用いられ、昔は、鋼は刃金の字を当てていたこともあり、ハガネの代表選手のようなものだった。また、刃物といえば日本刀、日本刀といえば焼入れというように、刃物に命を吹きこむ焼入れは、不可欠である。当然、やすりも刃物・工具の一種である。

参考文献

- ・(社)日本鉄鋼連盟；鉄ができるまで、(社)日本鉄鋼連盟
- ・(社)日本鉄鋼連盟；みんなの鉄、(社)日本鉄鋼連盟
- ・大和久重雄；鋼のおはなし、日本規格協会、1985
- ・日本熱処理協会；特殊鋼の熱処理、日刊工業新聞社、S45



焼ならしおよび焼なまし状態の機械
構造用炭素鋼の機械的性質とC%の
関係 (直径25mm丸棒)



衝撃値と試験温度との関係におよ
ぼす炭素量の影響 (Pellini, Brandt,
Layne)

機械的性質の特性

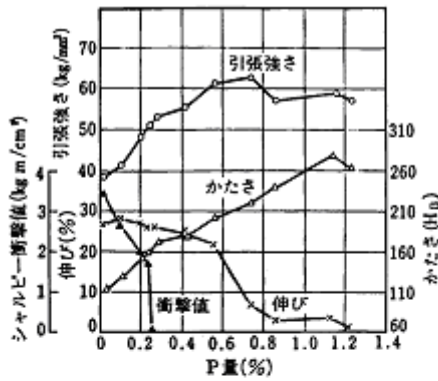
機械的性質	硬くなると	同じ硬さなら	
		生 材	調質材
引張強さ (kgf/mm ²)	大	同じ	同じ
降伏点 (kgf/mm ²)	大	小	大
伸び (%)	小	小	大
絞り (%)	小	小	大
衝撃値 (kg·m/cm ²)	小	小	大

・各元素は刃物鋼にどのように影響するか

炭素の影響

Cは最も大切な元素である。Feに含まれるCが0.6%までは焼入れ硬さを上昇させ、それ以上のC%になっても焼入れ硬さはあまり変わらない。1.3% Cの刃物鋼になると焼入れ硬さはビッカース硬さ850、900になる。前述したようにCはFeと化合して、ビッカース硬さ1300以上の非常に硬いFe₃Cをつくり、焼入れによってできる硬いマルテンサイトと相まって、耐磨耗性を向上させる。結果、刃物の切れ味がよくなり、切れ味が持続する。

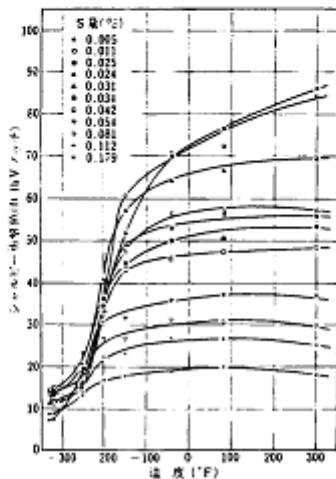
刃物の種類によって違うが、含まれるC量は0.6～1.5%の範囲である。やすりは約1.3%のC量を含有する。



軟鋼の機械的性質に及ぼすPの影響 (d'Amico)

珪素の影響

Siは製鋼時に溶鋼中の酸化物を除く脱酸剤として最も有効な元素である。Siが多くなると塑性を害し、鍛造が難しくなる。刃物には0.1～0.2%が望ましい。切削に使用する工具鋼の日本工業規格(JIS)では0.35%以下としているが、A社の刃物鋼の規格は0.1～0.2%である。



いおう素を添加するNi-Cr-Mn鋼の温度-衝撃的性質 (Hedge et al.)

マンガンの影響

Mnは刃物鋼の焼入れ性を増し、焼きがよく入るようにする。Siと同様脱酸剤として使用する。Mnは鋼中のSと化合して硫化マンガンをつくり、鍛造時にもろくなる赤熱ぜい性を防止する。切削工具では0.5%以下に規制している。

リンの影響

Pは有害な元素である。硬さや強さを増すが、延性を下げ衝撃値を悪くする。Pの影響はC量の高い鋼ほど強く現れるので、刃物鋼には嫌われる成分である。0.03%以下と他の元素の1/10に制限されている。A社の刃物鋼は0.025%以下である。Pは鋼が固まるときに、P元素だけが集団結合する性質(偏析)が強いため、繊維組織といって組織がバンド状に現れやすい。

イオウの影響

SはP同様好ましくない有害な元素である。鋼をもろくし、特に高温での鍛造を阻害する傾向が著しい。炭素量の多い刃物鋼に現れやすい。規制はPと同じ0.03%以下。PとSは刃物鋼にとっては不要な元素で、少なければ少ないほどよい。良質鋼の目安はP、Sの量で判断するほどである。A社は0.004%以下、とより低いオーダーである。

クロムの影響

Crは鋼の硬さを増し、強くする。また、焼なましで炭化物の球状化が促進され、炭化物粒子はより小さくなる。刃物鋼にCrを少量入れると、よく切れ、切れ味が持続する。しかし、切れ味には影響しないという説もある。また、Crを入れると焼が入りやすくなる。切削用の工具鋼には0.2～1.0%、やすりには0.2～0.5%入っている。



参考文献

- ・大和久重雄；鋼のおはなし、日本観格協会、1985
- ・渡利彦四郎ほか；刃物用高炭素鋼の熱処理、日本刃物工具新聞社、S44
- ・小柴定雄；工具材料、丸善、S31
- ・特殊鋼倶楽部；特殊鋼、1975
- ・門閼改三；鉄鋼材料学、実数出版、1973

・ やすり材の圧延

磯の香の漂う材料置き場には、束ねられた鋼材が山を築いている。国内の製鋼メーカー2社から送られたものである。それぞれの束には、ロット番号、鋼材名などを印した名刺大の名札がつけられている。鋼材はビレットと呼ばれる切り口が丸い鋼で長さは5mほどあり、やすりになる材料である。直径が25mmのビレットは、5本組の組やすりの平（断面が $3.5 \times 11\text{mm}$ ）に、そして50mm径のものは300mmの鉄工やすりの平（ $7 \times 30\text{mm}$ ）に圧延するという。大型のシヤー（プレス切断機）で1m60cmの定寸に切られたビレットは、10mある加熱炉の入り口に整列させられ、油圧の力で順序よく炉の中に押しこまれる。鋼材が入る炉の入り口は、わずかに開いている。褐色のビレットは紅色の炎に包まれながら、炉の中に消えていく。この方式の炉はプッシャー式加熱炉と呼ばれている一種のトンネル炉である。重油仕様の燃焼バーナー3本が、出口のほうから入り口に向かって火焰放射器のように炎を吹きだす。炉中のビレットは時間の経過とともに紅色から明るさを増す黄紅色に変わり、徐々に出口に押しやられていく。入ってから40分もすると橙色に変色したビレットが炉から出てくる。ビレット温度は、900、950。



加熱炉の出口では、長めのやっこを持つ作業員が待機。合図を確認しあった作業員は、から押しだされた赤熱ビレットをやっこで器用につかみ、高速で回転する圧延ロールに差しこむ。水冷されているロールは、950 の鋼材を差しこまれたため、白い蒸気をまき散らす。ロールからはじき飛ばされるように繰られたビレットは、わずかに蛇行しながら鉄製のガイドを滑り、つぎの圧延ロールに流れていく。粗ロール・中間ロール・仕上列ロールを通過するたびに断面を小さくし、長くなる。仕上列ロールは最終の仕上り形状に矯正する孔型ロールである。所定の形状になるまでに13パスを経る。ロールを通過するスピードは毎秒3m。その様はこ真っ赤な蛇が猛スピードで、右に左にのたうち突き進む光景にも見える。13パスを経、所定の形状になった圧延材には火色



取り出し

はない。しかし、それでも数百度はあるようだ。

ピレットから5本組の平に圧延された材料の長さは、20m、に伸ばされた材料の全長は、15mになる。これらの圧延材は、断後、荷づくりされて各やすりメーカーに発送される。

参考文献

- ・大和久重雄；熱処理技術と材料および試験、地人書館、S39
- ・日本規格協会



取り出し

やすり材の化学成分



取り出し

火色と温度認知法

方 法		炭 素 鋼 (°C)	ステンレス (°C)
焼 も ど し 色	わ ら 黄 色	220	290
	褐 色	240	340
	紫 色	260	390
	す む れ 色	280	450
	濃 青 色	290	530
	淡 青 色	320	600
簡 易 法	割ばしがこげたら	400~450	
	火の粉が出たら	500~550	
	燃えだしたら	580~600	
	マッチに火がつく	270	
	マッチの軸がこげる	400	
加 熱 色	暗 赤 色	600	
	暗 桜 実 色	650	
	桜 実 色	700	
	紅 色	750	
	黄 紅 色	800	
	淡 赤 色	850	
	橙 色	900	
	淡 橙 色	1000	
	黄 色	1100	
	淡 わ ら 色	1200	
白 色	1300		
輝 白 色	1400		

やすり材の化学成分

種類の 記号	化学成分 %									参考用途例
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	W	V	
SKS8	1.30 ~ 1.50	0.35 以下	0.50 以下	0.030 以下	0.030 以下	—	0.20 ~ 0.50	—	—	刃やすり・組やすり
SK1	1.30 ~ 1.50	0.35 以下	0.50 以下	0.030 以下	0.030 以下	—————				刃やすり・組やすり
SK2	1.10 ~ 1.30	0.35 以下	0.50 以下	0.030 以下	0.030 以下	—————				鉄工やすり



・鍛造（火造り）成形

圧延された材料は、やすりとほぼ同じ長さに切断される。その後、「コミ」を成形する鍛造工程にまわされるが、コミ成形に先立ち、鍛造を容易にするために材料の一部をプレスで抜き取る「コミ抜き」をする。コミとはやすりに握りのハンドルを取りつける尖った部所である。

コミ抜きされた材料は鍛造場に運ばれる。一部分を欠いたコミ抜き材は、熱間鍛造（火づくり）で尖った部分を成形する。鍛造機は板バネの力で打つバネハンマー。そのそばには重油焚きの火床があり、炎が勢いよく燃えさかっている。その温度は約950℃。コミ抜きした20本ほどの材料が炎の中に入れられる。加熱するのはコミを抜いた側、数センチである。作業員は最初に入れた材料を取りだして、金床の上に置くと同時に、ハンマーを始動させる。「タン・タン・タン」、火玉が弧を描いて飛び散る。ハンマーが打つ瞬間に、ヤットコで挟んだ材料を少しずつ回転させながら手前に引く。このタイミングをとるのが難しい。コミ部は叩き伸ばされながら形がつくられる。2、3本加工しては材料を炉の中に入れる。この方法を自由鍛造といい、職人的なワザを必要とする。コミの別の加工法としては、鍛造で成形しているコミ部全体を一度にプレス抜きする。また、丸いやすりであれば旋盤で加工することなども考えられる。

やすりの鍛造は「穂先」の加工も必要である。穂先部はコミの反対側で、幅を小さく厚みを薄くする。この穂先形状は、やすりで品物の平面を加工するとき都合がよいということで、決まったようである。

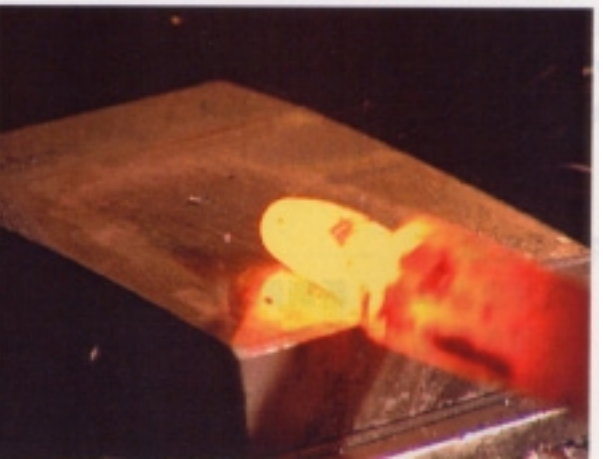
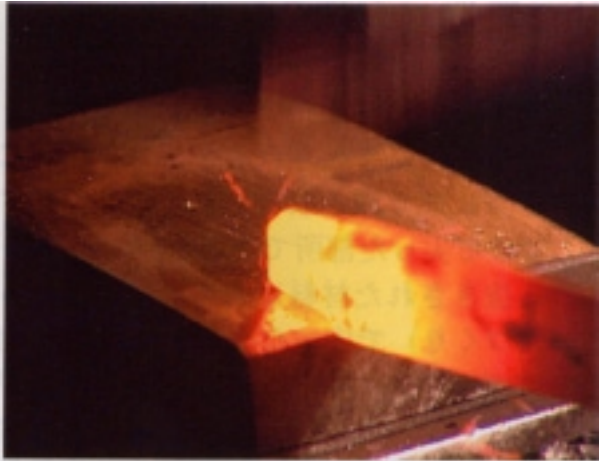
半丸やすりの穂先加工はとくに難しいので、先端を粗加工した半丸材を型鍛造で成形する。鍛造機はバネハンマー、加熱炉は重油焚き。金床の上には、取っ手を引くと手前にスライドできる方イドつきの金型がセットされている。型にはテーバーのついた丸棒をたて割りにしたような溝が彫られ、半丸の型であることがわかる。型の斜め後方に取りつけられたホースからは、圧縮空気が吹きだしている。

作業員は炎の色で温度を確認しながら、時折燃料の重油コックを操作する。材料の加熱温度は950℃。赤熱された粗加工材は、一度金床の角でこすられ金型にセットされる。こすることで、加熱時の酸化スケールを取り除く。これを怠ると、型打ちしたときスケールを巻きこんだり、スケールの跡が転写されたりして肌荒れの原因となる。また、型を傷つけることにもなる。圧縮空気は型の中のスケールを吹き飛ばす役目である。ハンマーが降りてくる。衝撃音が走る。作業員は調子を取りながら、取っ手を手前に引く。時には、押したり引いたりする。その度に材料を乗せた型からは火玉が飛び散り、鍛造機の周りはスケールの薄片が散乱する。

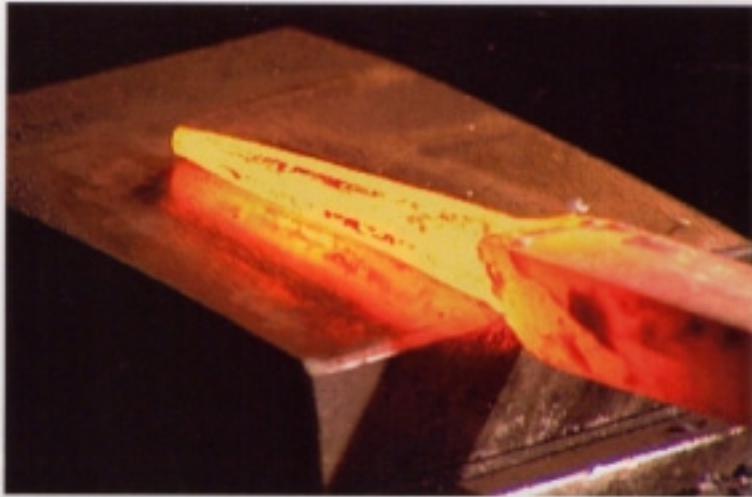
成形された材料は曲がり直しをして、つぎの工程にまわされる。

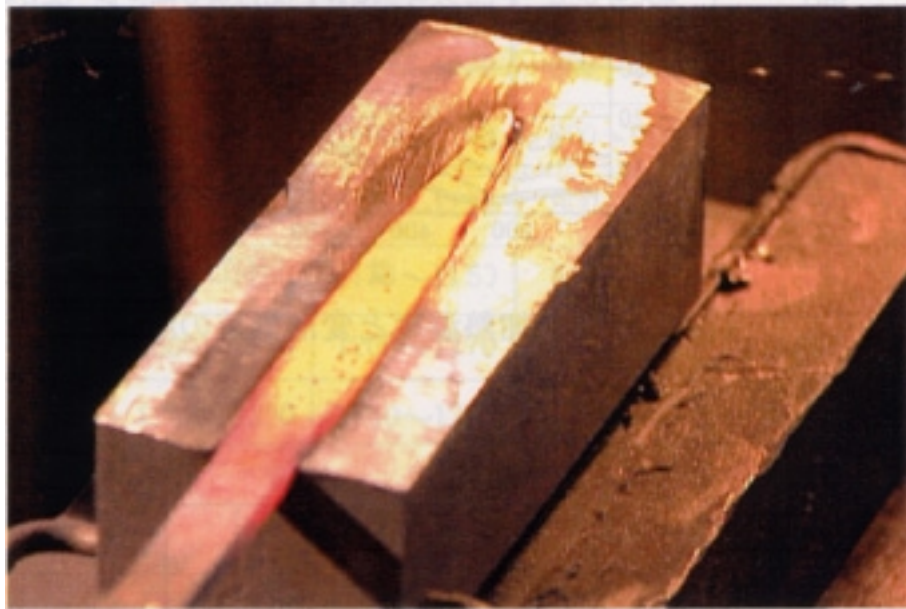
参考文献

- ・新井忠書ほか；新制鍛冶作業法、オーム社、S36
- ・大和久重雄；工具鋼の熱処理（上）、天然社、S24
- ・門閥改三；鉄鋼材料学、実数出版、1973
- ・荻山信行；やすり読本、1973



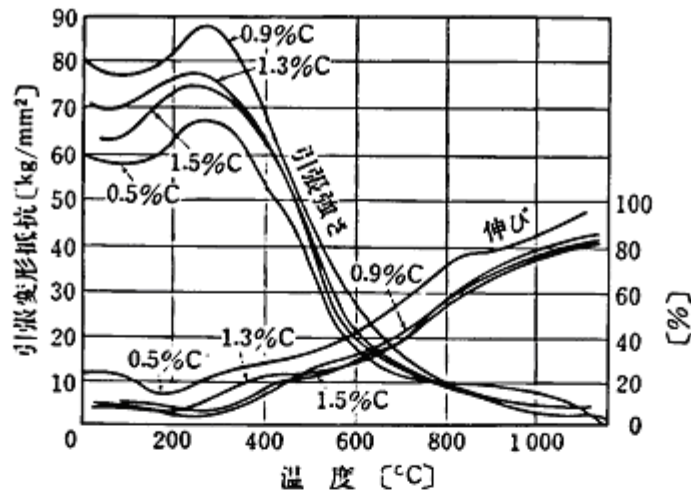




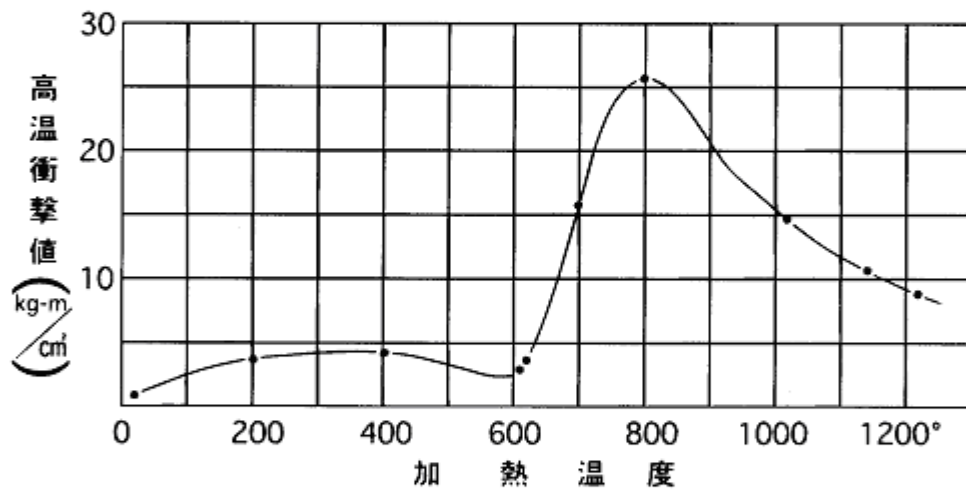


項目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
温度										
時間										
重量										
圧力										
電圧										
電流										
速度										
位置										
状態										
備考										





加熱温度と変形抵抗の関係



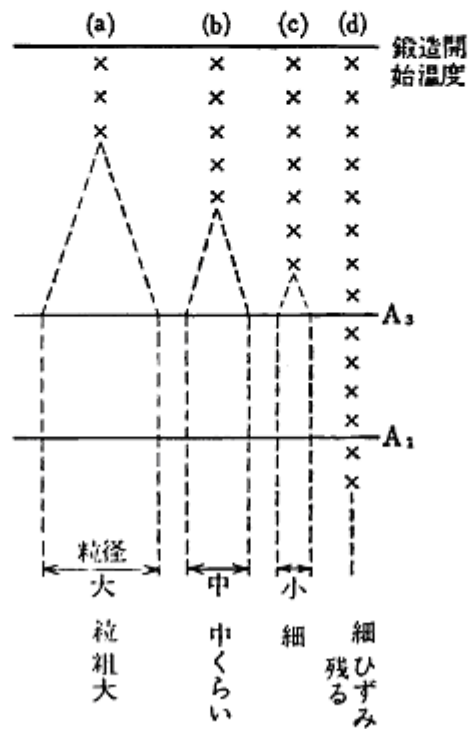
1.36% C鋼の高温衝撃値 (菊田)

鍛造最高温度

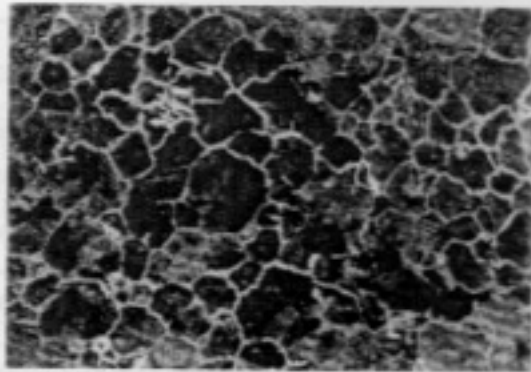
材 料		最高鍛造温度 [°C]	燃 焼 温 度 [°C]	材 料		最高鍛造温度 [°C]	燃 焼 温 度 [°C]
炭 素 鋼	C 0.1%	1352	1490	ニッケル鋼 (3%)	1250	1370	
	C 0.2%	1320	1470	3%ニッケルクロム鋼	1250	1370	
	C 0.3%	1290		ニッケルクロム鋼	1270	1370	
	C 0.4%	1270		クロムバナジウム鋼	1250	1350	
	C 0.5%	1250		13%クロム鋼	1280	1380	
	C 0.7%	1170	1280	18-8ステンレス鋼	1300	1420	
	C 0.9%	1120	1220	マンガン鋼	1250	1300	
	C 1.1%	1080	1180	高速炭素鋼	1300	1380	
	C 1.5%	1050	1140				

炭素工具鋼の火造温度

種別	C %	固相線(°C)	最高火造温度(°C)	標準火造温度(°C)	火造仕上温度(°C)
第1種	1.30~1.50	1170~1150	1070~1050	800~900	750
第2種	1.10~1.30	1200~1170	1100~1070	800~900	750
第3種	1.00~1.10	1220~1200	1120~1100	800~900	750
第4種	0.90~1.00	1250~1220	1150~1120	800~900	750
第5種	0.80~0.90	1270~1250	1170~1150	850~950	750
第6種	0.70~0.80	1300~1270	1200~1170	850~950	750
第7種	0.60~0.70	1340~1300	1240~1200	850~950	750



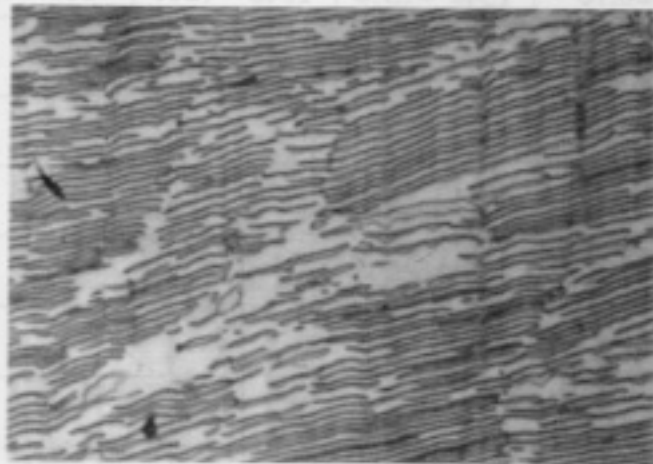
鋼の鍛造終了温度とオーステナイト結晶粒の関係



鍛造組織

×400

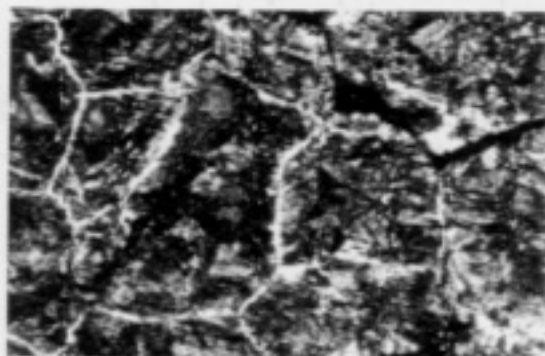
白い網目状はセメンタイト、地はパーライト



パーライト組織

×1000

細長い島状はセメンタイト、地はフェライト



退熱組織

×100

白い網目状はセメンタイト、地はパーライト。

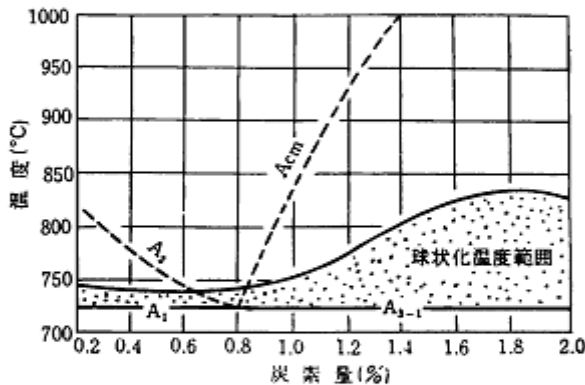
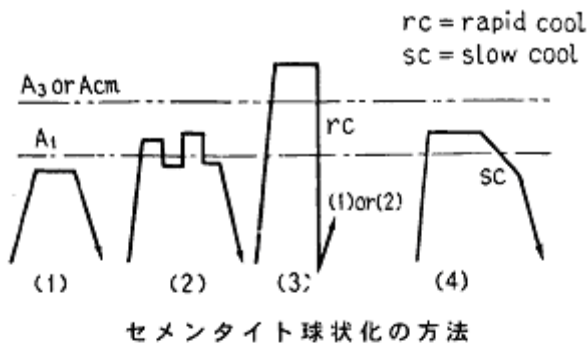


・焼なまし

鍛造成形を終えた材料は、コミと穂先もできやすいらしい形になる。これに目を立てれば、やすりである。目はタガネを打ちこんでつくるので、軟らかいことが必要である。しかし、鍛造を終えた材料はロックウエルCスケール(HRC)37と硬く、目を立てることは難しい。軟らかくする処理は、焼なましといって加熱後徐冷するのであるが、目的と処理の仕方によっていくつかの方法がある。

完全焼なまし

代表的な焼なまし 冷間加工などで硬くなった鋼を軟らかくするだけでなく、ミクロ的顕微鏡組織)においても加工の影響をなくし、標準組織を得るために行う。完全焼なましは、やすりをつくるうえには必要ない処理である。



炭素鋼の炭化物粒状化温度

炭素工具鋼の焼なまし温度及び硬さ

鋼種 記号	変態点 (°C)		焼なまし		
	Ac	Ar	温度 (°C)	冷却速度 (°C/hr)	硬さ (H _R)
SK1	730~750	720~690	750~780	20以下	217~192
SK2	730~750	720~690	"	"	212~187
SK3	730~750	715~685	"	"	"
SK4	730~750	710~680	740~760	"	207~183
SK5	730~760	710~675	"	"	"
SK6	730~765	710~670	"	"	201~179
SK7	730~770	700~650	750~780	"	"

低温焼なまし

冷間加工などで硬くなった鋼を、機械加工が可能な硬さまで下げるために行う。処理法は鋼のA1変態点(727)以下の550ぐらいで適当な時間保持して、炉冷する。加熱温度が低いので、酸化・脱炭が少ない。

今後、組やすりや精密やすりなどは、焼なまし材を使用して冷間加工で形状をつくり、目を立てることがあるだろう。その場合、低温焼なましを採り入れる可能性もある。

セメントタイト(炭化物)の球状化焼なまし 前述のコミ・穂先の鍛造成形後の軟化焼なましは、セメントタイトの球状化焼なましを指している。

やすり関係者が焼なまし、あるいは焼鈍というのは、セメントタイトの球状化焼なましのことである。

その目的は

- ・焼入効果を均一にする
- ・焼われ、炊曲がりを少なくする
- ・工具の切れ味、寿命を向上させる
- ・機械加工性をよくする

このことから、セメントタイトの球状化焼なましは目立てを容易にするだけでなく、次工程の焼入れにも大いに関係していることがわかる。

セメントタイトの球状化焼なましの方法は

1) A1変態点(727)直下の温度(650~700)に保持したのち冷却する。

この方法では、粗大な網目状セメントタイトは球状化できない。しかし、冷間加工材や焼入れ材に適用。やすり材は圧延や鍛造をしている。そのため、網目状セメントタイトが析出しているので、この方法では困難。

2) A1変態点を中心に直上・直下の温度を繰り返す。

かえし加熱冷却する。Al変態点以上に加熱するのは、網目状セメンタイトを切断するため、直下の加熱は球状化のためである。

3) A3変態点(912)またはA cm線以上に加熱して、セメンタイトを完全に固溶したのち急冷する。その後^{1) 2)}の方法で球状化する。

4) Al変態点以上A cm線以下の温度に加熱したのち、徐冷する。最も一般的に行われている方法である。

セメンタイトの球状化焼なましが始まった。葛籠(つづら)のような大箱のふたを開けると、白っぽい耐熱レンガのところどころにゼンマイ状のニクロム線が見られる。ふたの中央には棒状の熟電対温度計が差しこまれ、その温度計からでている補償導線の端は、計器とつながっている。この箱は電気加熱炉である。

作業者は鉄製の治具にやすりをセットする。装填で重要なことは、やすりどうしを密着させないで、スペースをとることである。このことは加熱温度の均一化と脱炭を少なくするためである。やすりが密着していると、熱が浸透しないので加熱ムラの原因となる。また、脱炭については以下のようにいわれている。鋼を加熱すると酸化も脱炭も進行するが、酸素が十分供給される場合は、脱炭層が生じても酸化スケールとなつてはく離する。しかし、密着していると酸素が十分回らないため、酸化層ができにくく、結果、脱炭層が残る。

酸化と脱炭はつぎのようにして生じる。酸化は O_2 、 CO_2 、 H_2O 、 H_2 などの酸化性雰囲気中で進行し、温度の上昇とともに増大する。鋼材の化学組成中に、Mo、 の含有量が多い場合、あるいは寡雰囲気中に SO_2 が存在する場合は酸化減量が著しい。

脱炭は O_2 、 CO_2 、 H_2O 、 H_2 などの雰囲気と鋼の表面の炭素が反応して、表面の炭素濃度が減少し、内部の炭素が表面に拡散移動するという繰り返して進行する。

脱炭は炭素の拡散が必要であるから、往々にして酸化反応のほうが早い場合が生じる。この場合には、酸化スケールの付着量のわりに脱炭は非常に少ない。また、酸化スケール付着なしに脱炭することもあり得る。

やすりの焼なましは後述するように、800 近くで数時間も加熱するので酸化・脱炭はさけられない。酸化層は肉眼でわかるが、脱炭層は見えないので、研磨作業は鋼地ができれば研磨完了とせず、脱炭層は鋼地の下層の見えないところに存在する、という考えで対応すべきである。つまり、十分な研磨が必要である。

やすりが装填された治具を焼なまし炉にいれ、スイッチをオンにする。「ブーン」、昆虫の羽音に似た通電音を、かすかに耳にすることができる。計器の温度設定は780 。数時間後にはその温度になっているだろう・・・。設定温度になって、2～4時間保持すればあとは徐冷である。普通、徐冷は炉冷を意味するが、冷却は時間あたり10～200 の非常にゆっくりとした速度を目標とすればよい。やすりの中のセメンタイトは、熱のエネルギーでゆっくり、ゆっくり球状に変化する。そのメカニズムはつぎのとおり。

780 の加熱で、やすりの中の網目状セメンタイトの一部が、地のオーステナイトに溶解し、同時にパーライト中の層状セメンタイトも溶けきらないで、セメンタイトを残した状態となる。この状態からゆっくり冷却すると、C(炭素)の溶解度の減少とともにセメンタイトの核の周りにセメンタイトが析出し、界面張力の作用で球状化する。

球状化焼なましの済んだやすりの硬さは、ロックウエルBスケールの90～92になる。ちなみに、焼なまし前(圧延材、鍛造後)の硬さはロックウエルCスケールの37である。

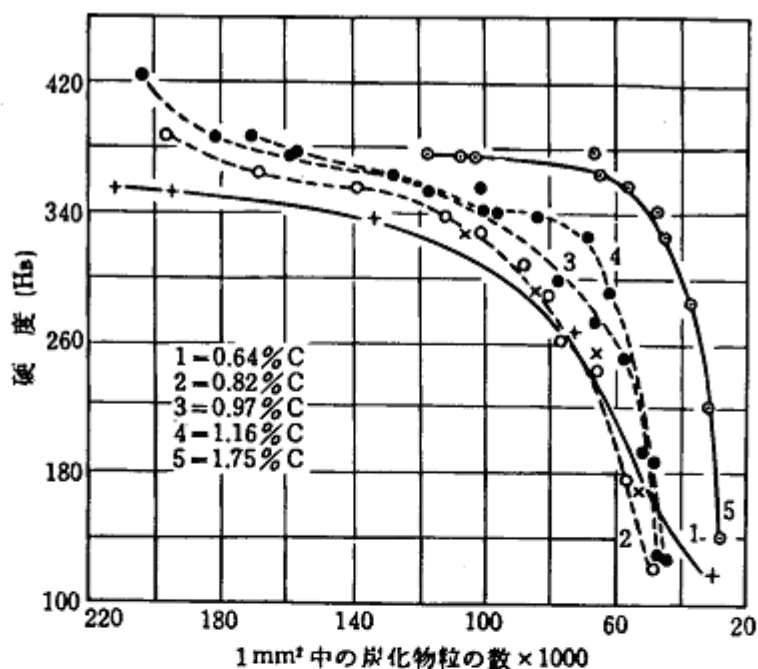
*ロックウエルCスケールの37; HRC37 = HV360～370

*ロックウエルBスケールの90、92; HRB90～92 = HV190～200

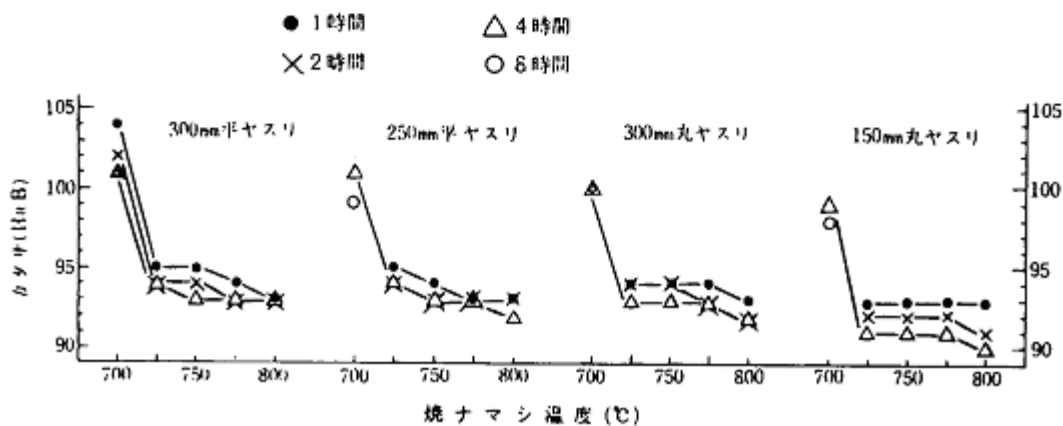
参考文献

- ・早乙女和巳; 各種熱処理法の解説、特殊鋼、特殊鋼倶楽部、1965
- ・日本鉄鋼協会; 鋼の熱処理、丸善、S32

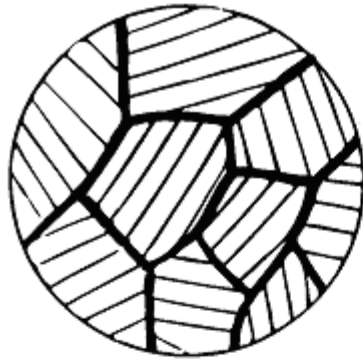
- ・佐藤忠雄ほか；プレス型材料と熱処理、日刊工業新聞社、S47
- ・日本金属学会、鉄鋼、日本金属学会、S40
- ・特殊鋼倶楽部；特殊鋼ガイド、特殊鋼倶楽部、S52
- ・呉工業試験場；呉工業試験報告 No. 10, 1965
- ・呉工業試験場；呉工業試験報告 No. 11, 1967
- ・荻山信行；やすり読本、1973



炭化物の数と硬度の関係



焼ナマシとカタサと温度の関係



A 型
パーライト



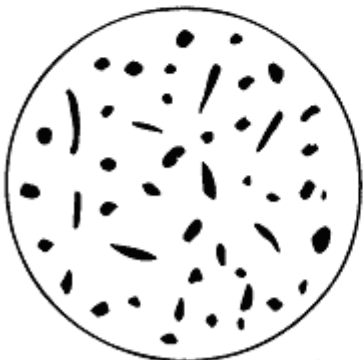
B 型
網状炭化物
とパーライト



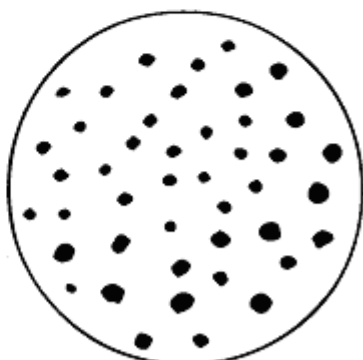
C 型
粒界炭化物の長さ
が巾の10倍以上



D 型
粒界炭化物の長さ
が巾の4~10倍



E 型
粒界炭化物の長さ
が巾の2~4倍



F 型
粒界炭化物の長さ
が巾の2倍以下

球状化焼ナマシ組織のタイプ

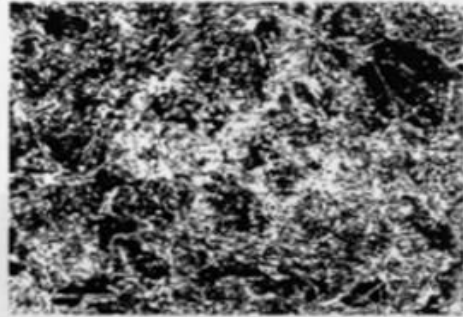
球状化焼ナマシ組織

温度 (°C)	時間	150mm 丸ヤスリ	300mm 丸ヤスリ	250mm 平ヤスリ	300mm 平ヤスリ
700	4	A	A	A	A
	8	D	A	A	A
725	1	E	C	C	C
	2	E	C	C	C
	4	E	C	C	C
750	1	E	C	C	C
	2	E	D	D	C
	4	F	E	D	D
775	1	E	D	D	C
	2	E	D	D	D
	4	F	E	E	D
800	1	F	D	D	D
	2	F	E	E	E
	4	F	E	E	E

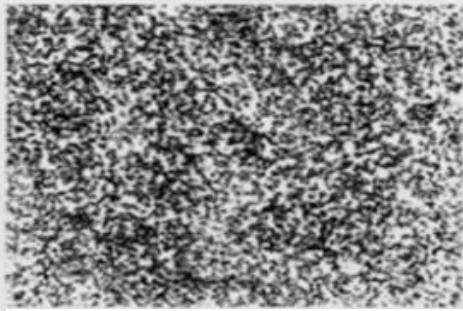
火造および球状化焼ナマシ試料の組織とタイプ

火 造 試 料				球 状 化 焼 ナ マ シ 試 料	
加熱温度 °C	試料の厚さ mm	カタナ H _n C	組 織	カタナ H _n B	組 織 (組織のタイプ)
圧延材	8	36	網状C、地P	94	球状化 (D)
900	8	27	網状C切断、地疑球状化	93	球状化 (E)
	6	26	網状C小さく切断、地疑球状化	93	〃 (F)
	4.5	25	同上	93	〃 (F)
1000	8	34	網状C、結晶粒小、地P網	93	球状化(D)網状C痕跡
	6	37	状C切断、結晶粒ひずむ、地P	92	球状化(E)、(粒方向性あり)
	4.5	28	同上	93	同上
1100	8	38	網状C、微細針状Cあり、結晶粒大、地P	95	球状化(C)、網状C切断
	6	37	網状C、微細針状C少し、結晶粒中、地P	94	球状化(D)、網状C痕跡
	4.5	37	同上	93	同上
1200	8	41	針状C多し、結晶粒大、地P+S	96	球状化(C)、針状C切断
	6	40	同上	96	同上
	4.5	40	同上	96	同上

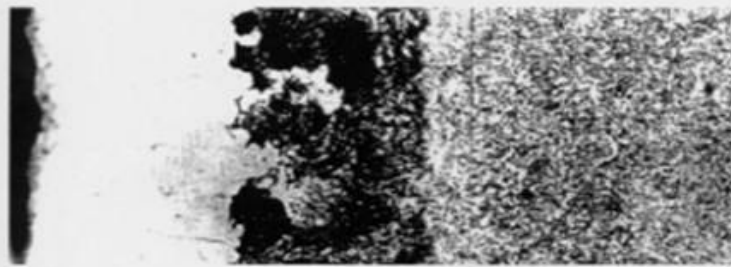
C : 炭化物、 P : パーライト、 S : ソルバイト



焼き鈍し組織(不良) ×400
網目状のセメンタイトとパーライト中のセメンタイトが一部球状化している。黒いところはパーライト



焼き鈍し組織(良) ×400
セメンタイトの球状化が良好で均一分布している

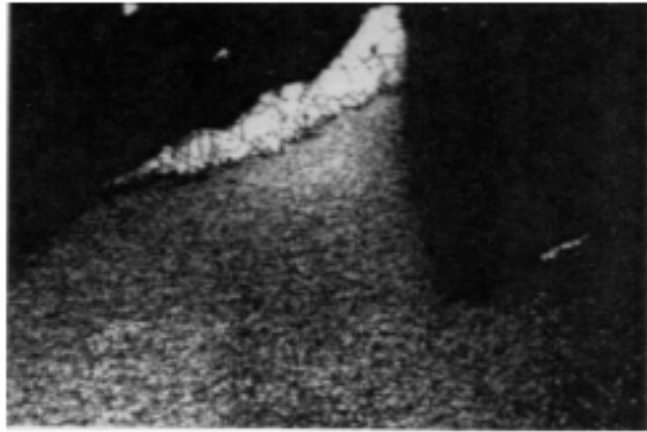


表面

脱炭層

×350

焼き鈍しによる脱炭層



× 400

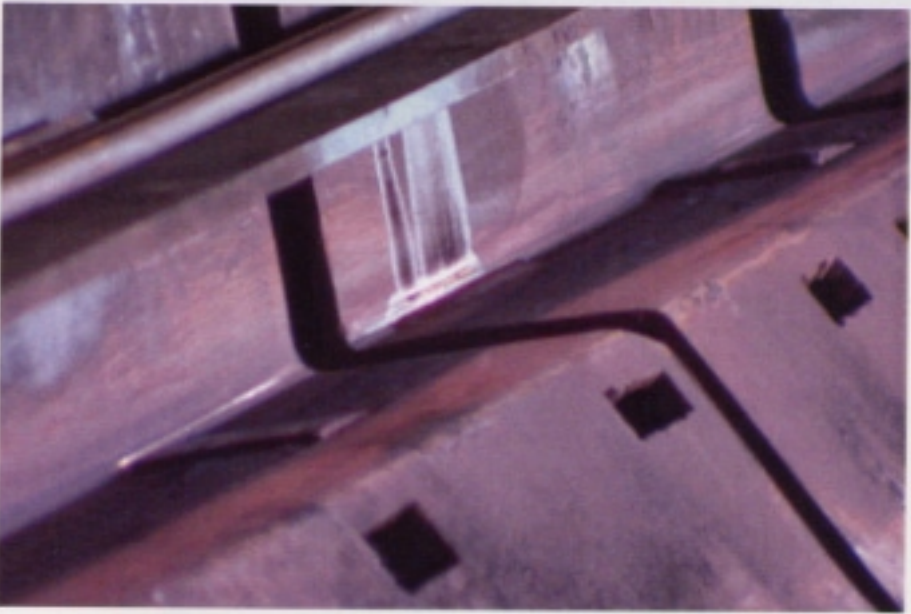
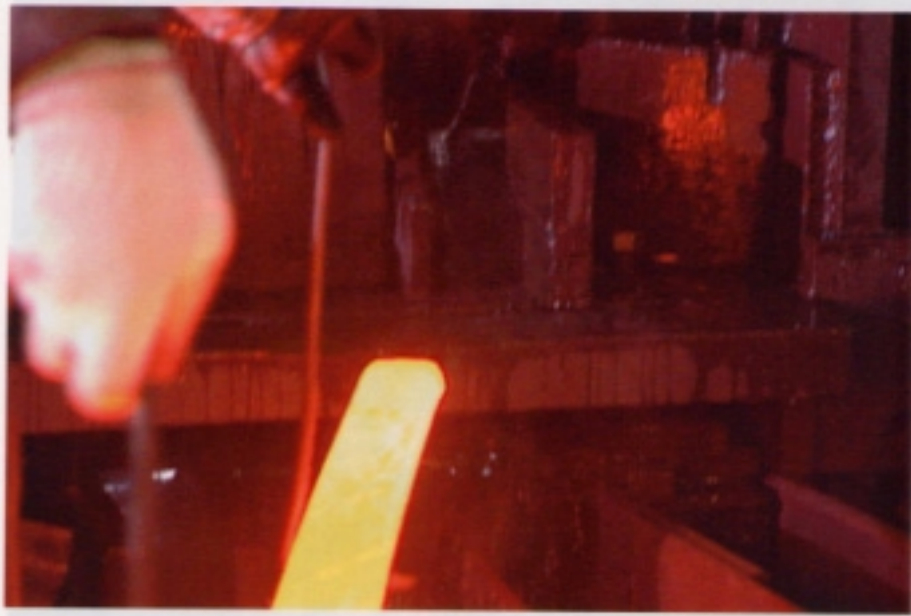
ヤスリ刃先に残った脱炭層



× 200

ヤスリ刃先に残った脱炭層
脱炭層(白い層)柔らかいため使用中に変形した状態





研 磨

目を立てる前には、研磨をして、脱炭層を磨き落とさなければならない。研磨をした材料は、白地（しらぢ）と呼ぶ。

やすりの種類に関係なく、この研磨工程が、目立て工程に重要になる。

鉄鋼やすり

大きめのやすりは、大きな研磨機にかける。平、角、三角の形状は研磨機で磨く。半丸の甲の部分は、1本ずつ、受け木にセットして、手動で砥石に樹ける。

受け木は、使いやすい様に、職人が加工する。

その他のやすりは、手動で直接、砥石に樹ける。

丁寧に仕上げる場合（細目、油目）は、専用のやすりを樹ける。その作業状態から、双手（もろて）掛けと名前がついた。

組みやすり

多くの場合は、手動で直接、砥石に掛ける。

中には、エンドレスペーパーを樹けることもある。

この場合、どちらかという、小さなサイズのやすりがその傾向にある。

丁寧に仕上げる場合（細目、油目）は、双手掛けをする。

両刃やすり

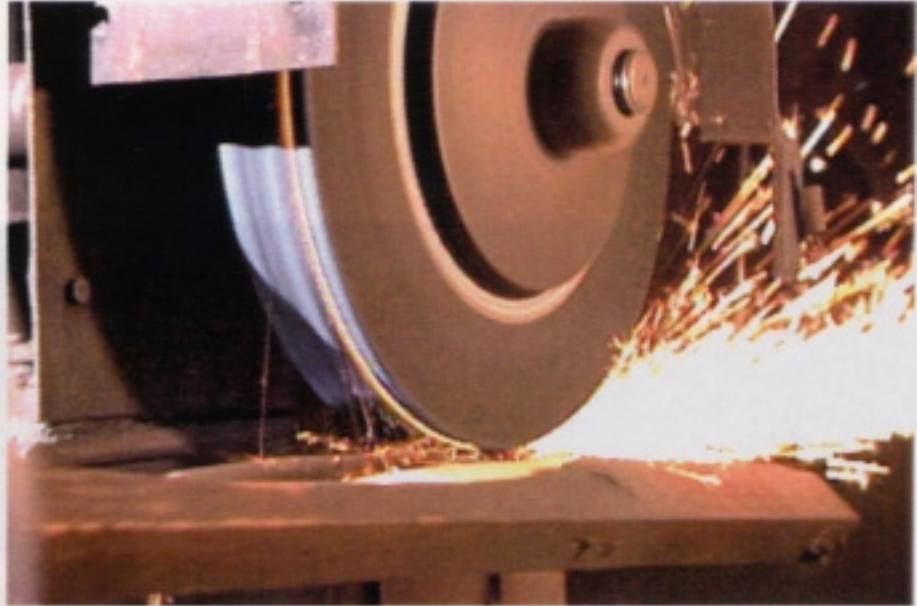
手動で直接、砥石に掛ける。

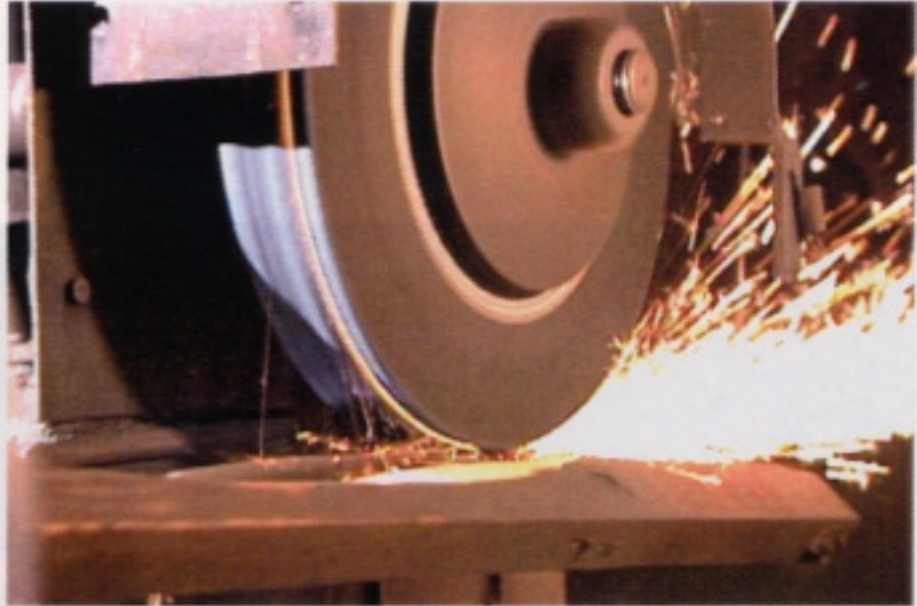
丁寧に仕上げる場合（細目、油目）は双手樹けをする。

鉄工、組みやすりと違い、小刃（先端の鋭角の部分）が重要になるために、特に念入りに仕上げなければならない。







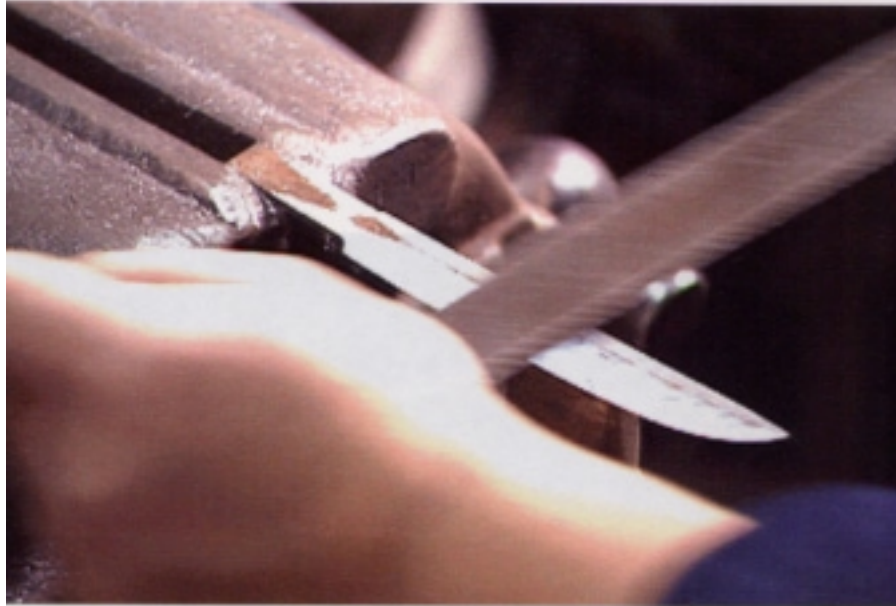


手切り品の紹介 その一



手切り品の紹介 その二







目立て（手切り）



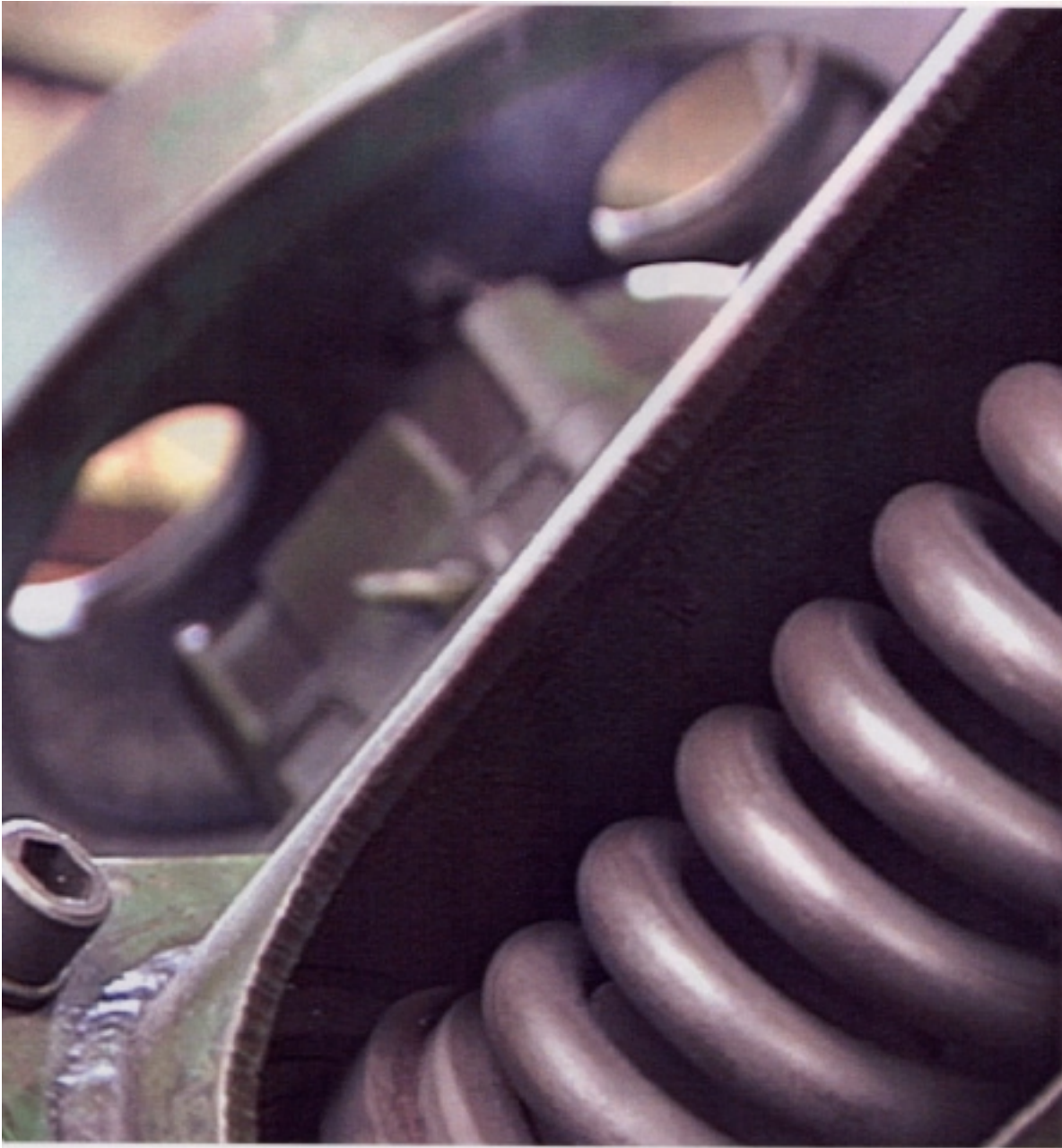
狭い工場に三拍子の乾いた音がこだまする。「カン・カン・カン」、「カン・カン・カン」。Aさんは丸い盤の一点と左手に持った尖った夕方ネの先端を擬視しながら、右手に持った鎚で夕方ネの頭を叩く。視点は打つ夕方ネの頭にはなく、あくまでも盤と夕方ネの先である。経験の浅い職人は、叩く夕方ネの頭を見るという。これでは能率が悪いし、できあがりもよくない。30cmほどの真鍮の円盤には、見る見るうちに三角状に盛り上がった先の鋭い突起物ができあがる。つくられた突起物は鬼目、わさび目、あるいははいばら目と呼ばれるやすりの目である。やすり目の大きさは夕方ネの先に形成された三角形の大きさに比例する。夕方ネの刃先につくられた三角形が大きければ、できる目も大きい。彫り起こされたやすり目は、放物線状に次々と順序よく整列する。真鍮円盤は、動力で回転させて使用する大根おろし器のおろし金だという。Aさんは以前にもステンレス製のおろし金を打ったが、「ステンレスに嫌われたのか夕方ネが滑ったり、夕方ネが撥ねたりして困難を極めた」とステンレス加工の難しさを述懐した。

丸い真銀のおろし金材は、回転する金敷き走盤に20mmのボルトナットで中心が留められ、最外周は数個のちいさなビスねじで固定されている。さらにおろし金材をよく見ると、盤の中心から外周に向かって8本の「の」の字を描いたかすかなケガキ線が読みとれる。30分ほどかけて「の」の字を8回打ちなぞると、640個のやすり目ができあがる。打った目からつぎの目に打ち進むピッチは、Aさんのカンである。いとも簡単にピッチを決めるのである。その時のAさんの脳は、めまぐるしく働いているにちがいない。客筋からの図面仕様書を

頭に描き、一つ、二つ、三つ・・・・・・と刻み続けた円坂上の目を反芻しながら、つぎの目へ進む。タガネの位置を決める瞬間は、「ここをこうしろ」とヒラメキが瞬時に脳に伝達され、仕様書通りのピッチを刻んでいっているにちがいない。まさに、永年培った職人のワザである。無表情を決めこむAさんは多くを語らないが、手の指の節ふしは大きく、黒い。傍らの鋸は褐色で、黒光りを放つ。よく見ると、握りの部分が指の形に大きく凹んでいる。







1. 機械目立について

目立機械について

機械は戦後すぐの大阪機械や仁方で作られたカジヤマ機械など色々有るが基本設計は全て同一である。(鬼目やすりは別。)

動力としてのモーター回転がピストン回転軸に伝えられ、バネの発条を受けて1回転に2回目立(ピストンが上下)をする。

床(やすりが置かれた台)は送り軸により移動し、ピストン回転軸の2回転で1回まわるように設定されている、送り軸は1インチ当たり5山、6山などにネジ切りされており、機杼の基本目立数が1インチ当たり21、24と決ってくる。

(例) 1インチ当たり5山の機棟 $2 \times 2 \times 5 = 21$

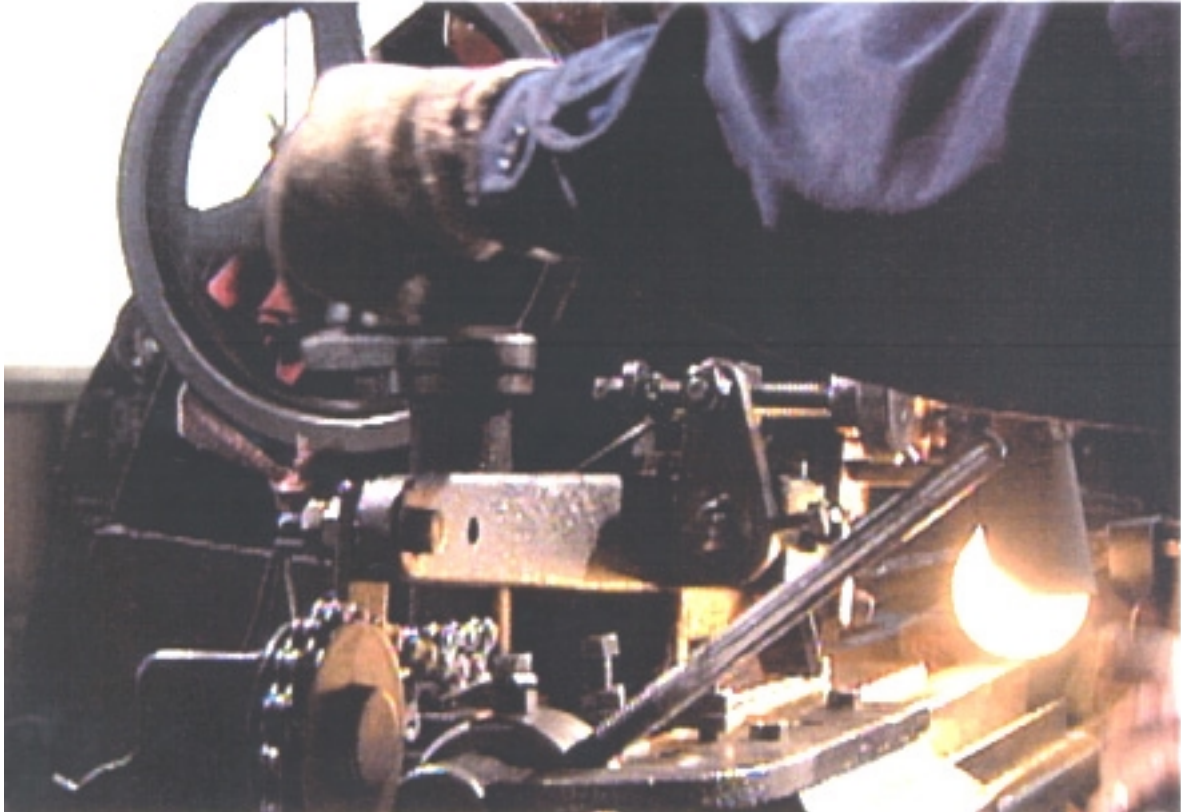
1インチ当たり6山の機棟 $2 \times 2 \times 6 = 24$

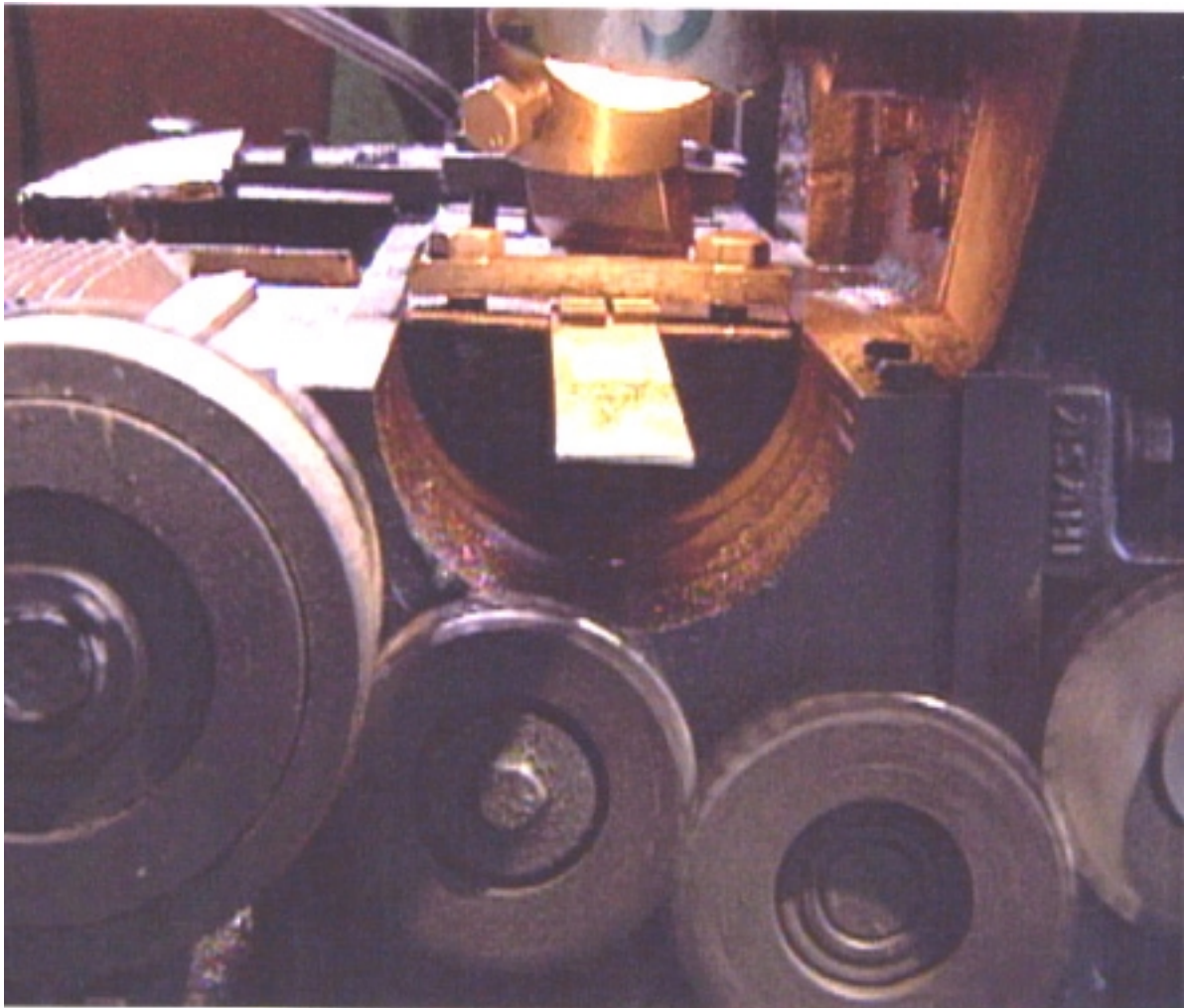
そしてピストン回転軸と送り軸の間に木車(vプリー)を入れて日数を調整している。

ハンドルについて

ハンドルはピストンの落下位置を上下させる。ピストン回転軸からの動きを橋渡しする天秤（てんびん）を上下移動させる事によりピストンの落下位置を動かし、やすり目の深さを調節する。

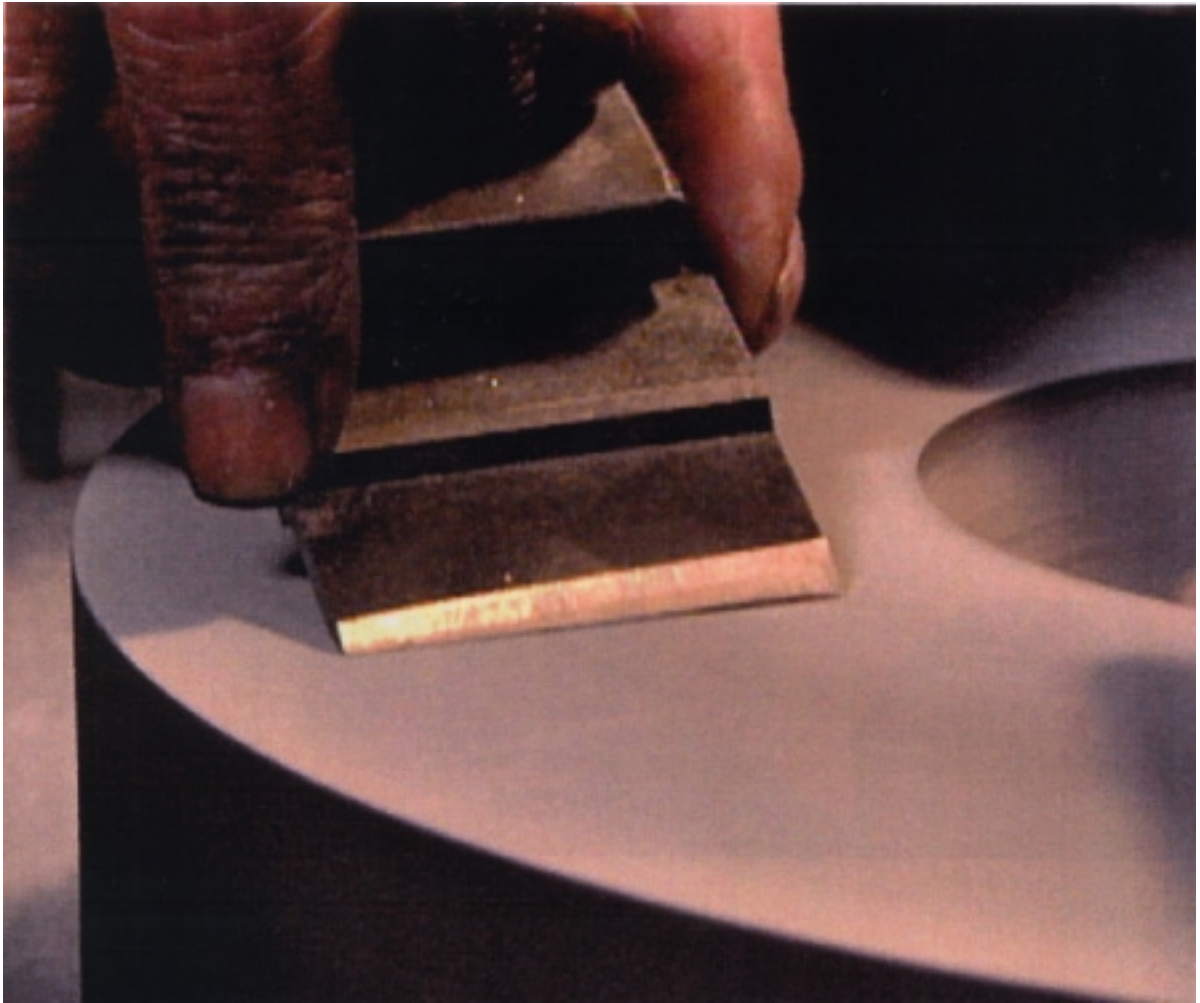
特に、やすりの先端（穂先）はテーパになっている為にピストンの落下位置も低くする必要が有る。（低すぎればタガネは先を引きずって折れ、高すぎれば十分な深さのやすり目にはならない。）





床（とこ）

床はやすりを乗せて送り軸により目立しながら移動する台であるが、その形は半丸状に掘られた溝の中を水平移動する。種類として、平床（ひらどこ）・半丸床（はんまるどこ）・舟床（ふなどこ）の3つに分けられる。舟床は三角やシノギ形、楕円形、腹丸形、刀刃形、両半丸形、蛤形など難しい形を目立する時に使われる。それは、溶融した亜鉛を舟床に流してやすりを押しつけ形をとり、目立しやすい亜鉛床に成形して使う分けだが、難しいものなど2つも3つも型が必要で亜鉛床の出来・不出来が目立に大きく影響する。



タガネについて

タガネは手切目立・機械目立ともに、従来よりハイスタガネ(MO系高速度鋼SKH-51やW系高速度鋼SKH-3)を利用してきたが、これは火造り・焼ナマシ・表面の黒皮削除・焼入れ・焼モドシが必要である。超硬タガネは形成された姿で市販され手軽なため、鉄工やすりなどには広く使われているが、刃先を薄く使用する場合にはハイスに比べて粘りが不足するので組やすりなどには余り使われず、現在タガネはハイスと超硬の2本建てとなっている。

2. 機械目立の準備

- ・まず、やすりの大きさに合わせて目立機を選定する。
- ・目立目数に合わせて 本車（プーリー）を変更する。

その機械の基本目立数が24（送り軸が1インチ当たり6山）の場合では、目数28（8インチやすり中



目下目）の目立数に合わせるには ピストン回転軸側に6インチの木車、送り軸側は7インチの木車を使用する。

- ・次にやすりに合わせて込差し（やすりの柄を受ける金具）と敷金（アルミニウム

- 板や垂鉛板）を新しい物に替える。

- ・床が丸いのでやすりを置いてバランス調整する。

- ・「おさえ」にキズが無いか調べる。

- ・夕方ネのキズを調べ、摩耗している先端を研ぎ、希望角度に形成する。

- ・おさえ・タガネ・やすり面をそれぞれ水平に成るよう調整すれば完了である。

（半自動目立機の場合）

- ・切り止りの調整、目立深さの調整も必要である。

3. 目立

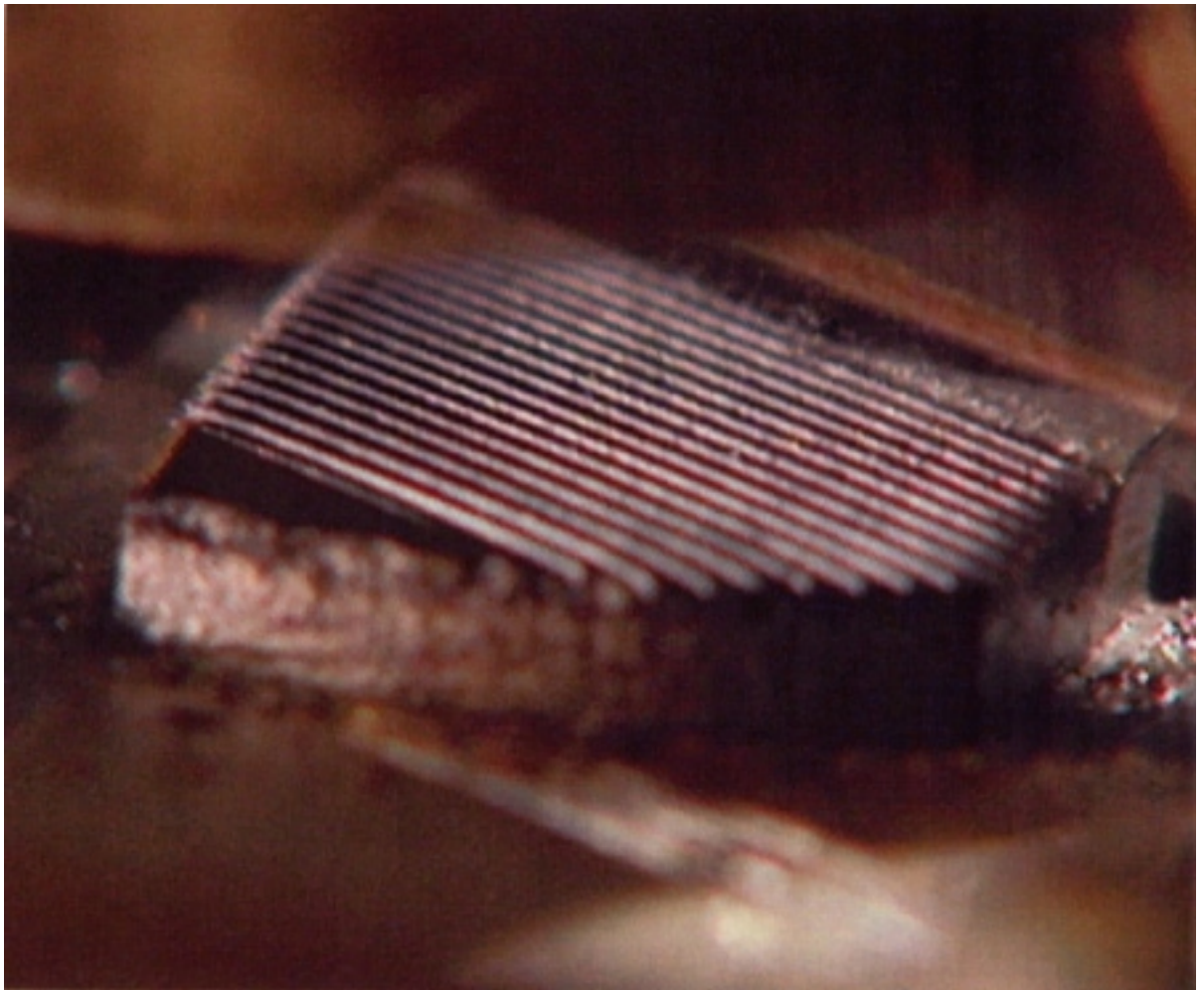
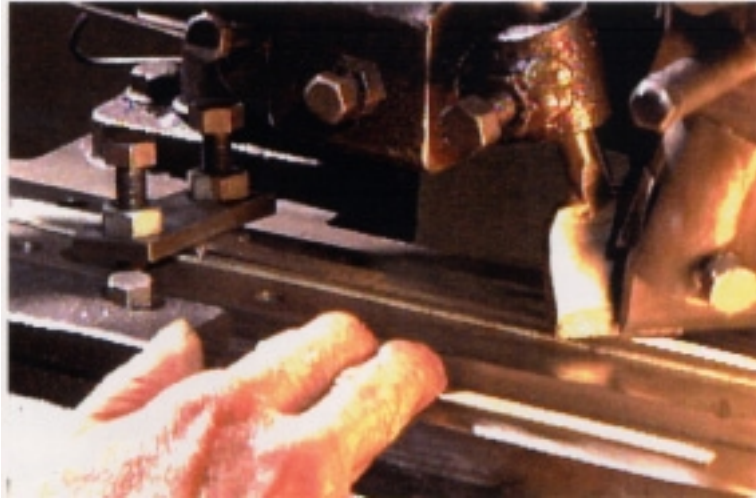
目立は目の起きたやすり目（高さ）を見て判断しながら目立するのではなく、起こしたやすり日の

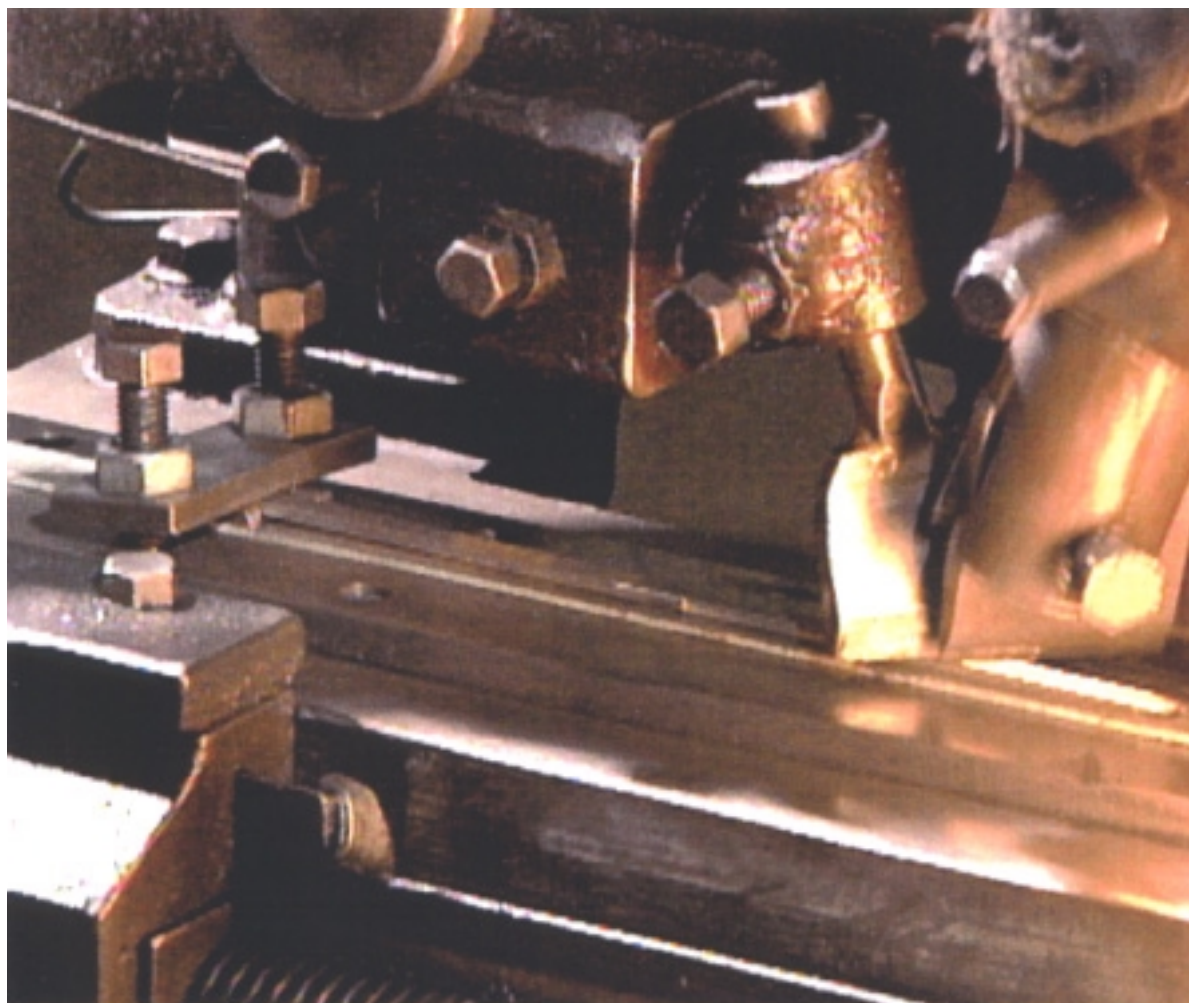
影を見て深さ（高さ）を判断する。

（その為、明るいときにくいのが機械目立でやすり工場は暗いと言われる原因になっている。）

やすり目は深ければ深いほど良いはずであるが、落とし穴も有る。それは目立するタガネにも厚みがある理由で、やすり目の前後間隔以上に深く（厚く）入ってしまうと2つの目が1つの目になってしまう「2度落ち」の状態になってしまう。

また、やすり目はタガネが前からすくいあげる感じに起こして目立しているのが、タガネの逃げ角が少し厚いのに深く目立している場合は、1つ前のやすり日の背を押さえ付けて低くしてしまう事もある。（つまり、タガネは薄ければ折れ、厚くてもダメと難しいものである。）

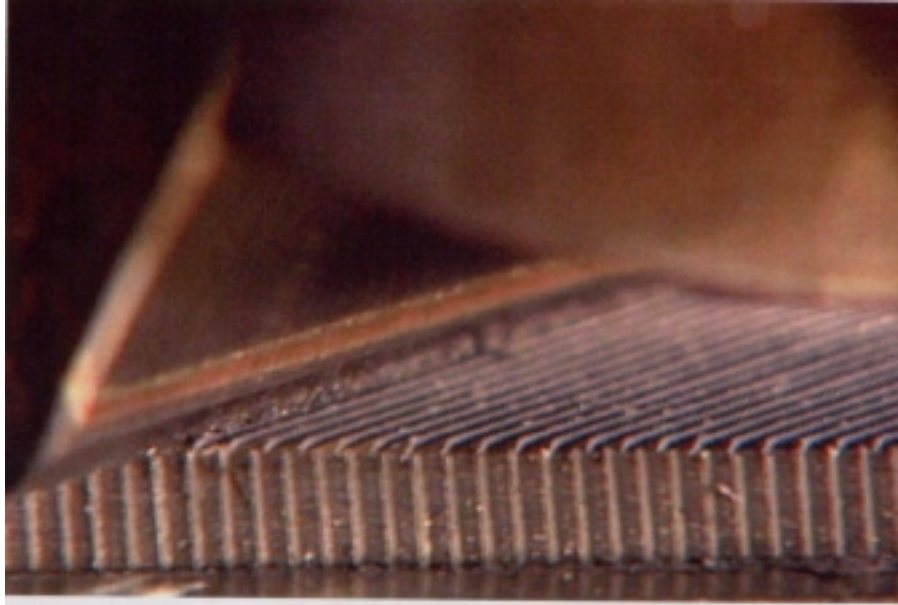


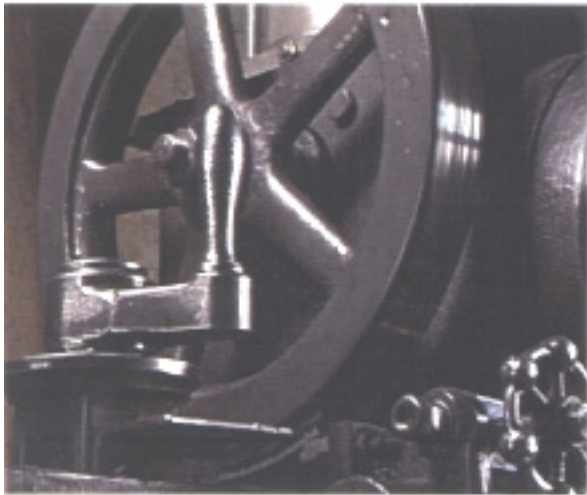
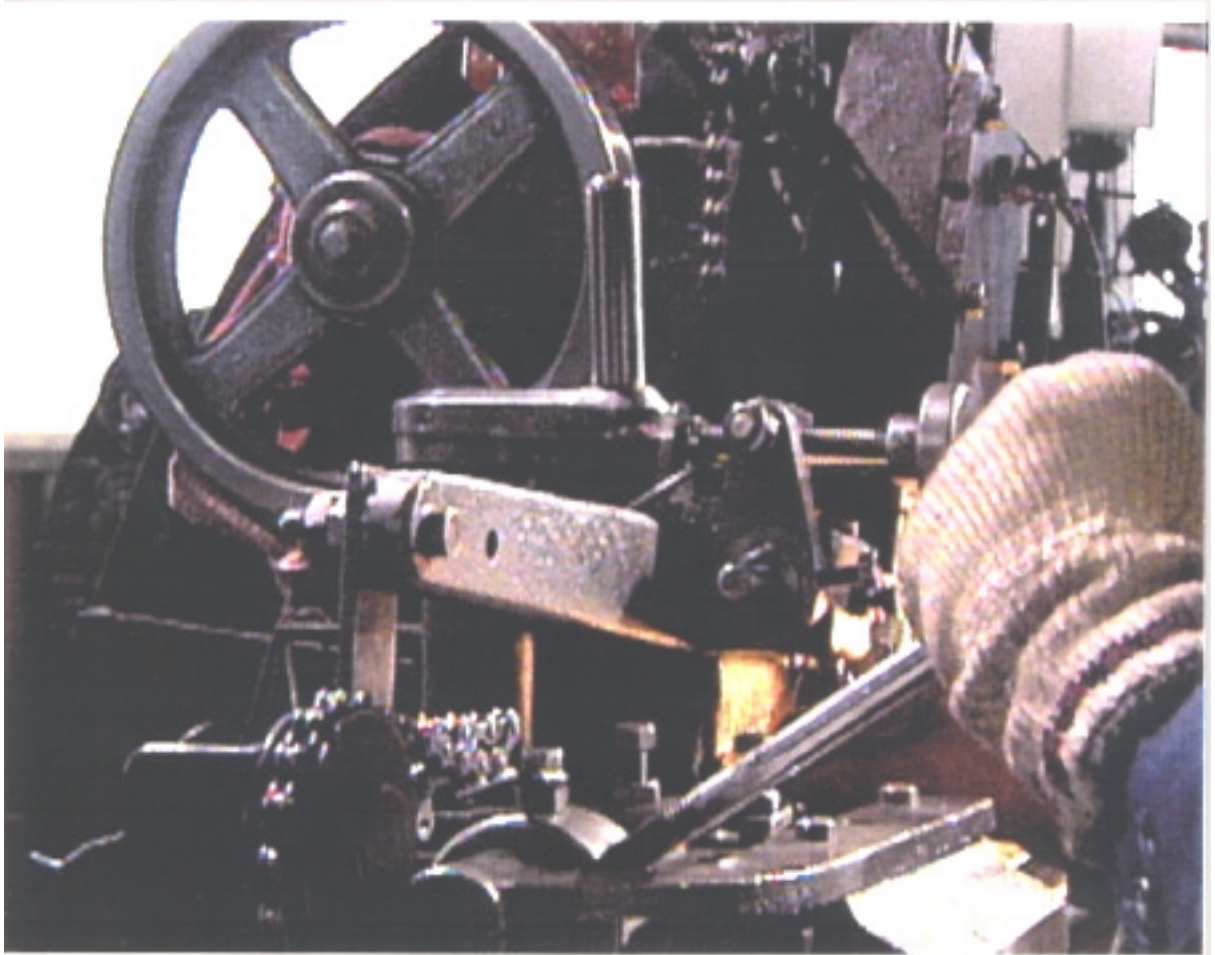


4 目立の種類

複目：やすりの穂先に対して右下りの下目と左下りの上目（後目立）により2回同じ面に目立しているのが複目だ。魚のウロコ状に見える。

単目：上目（複目の場合の）を1回目立するだけで簡単そうだが、複目で2回の目立で到達した探さに1回で目立する為により難しくなる。

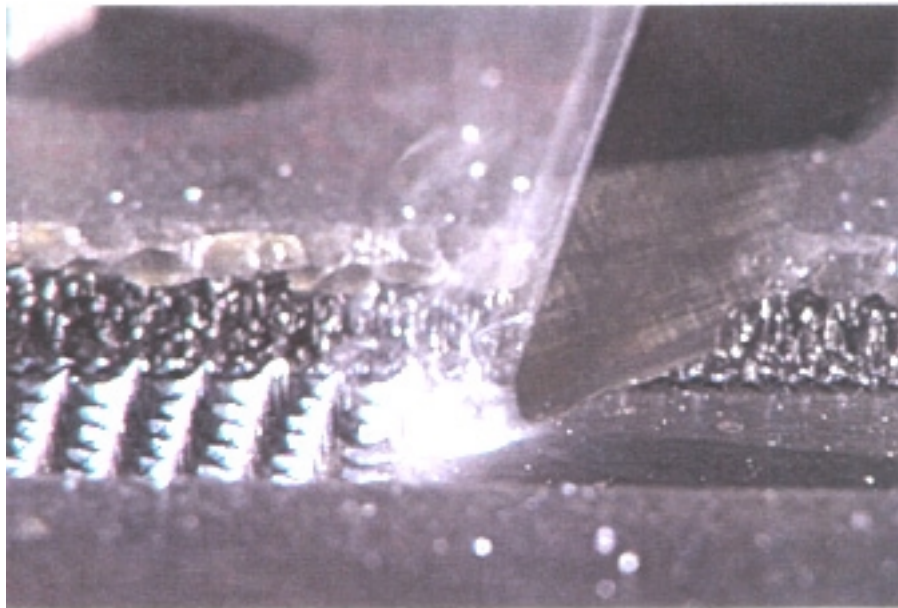
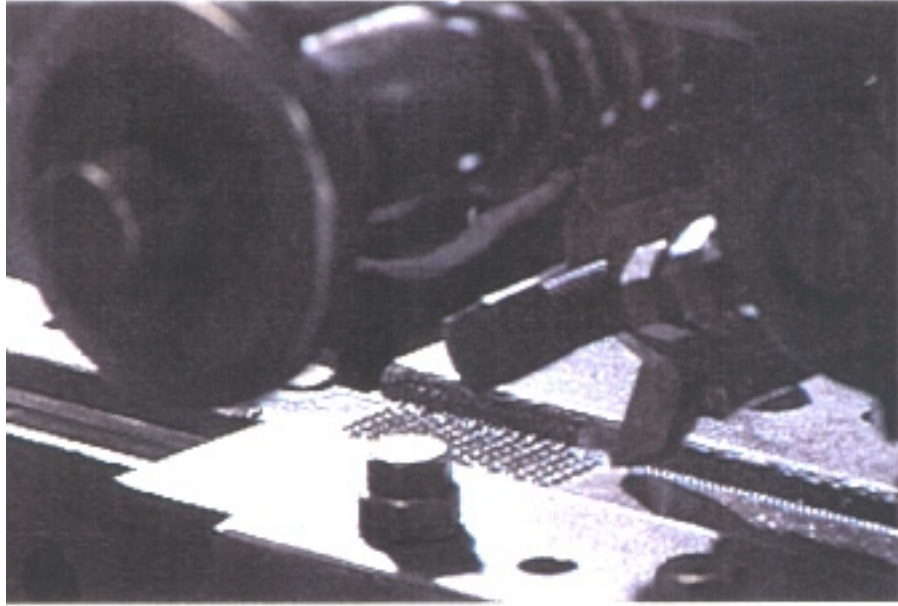




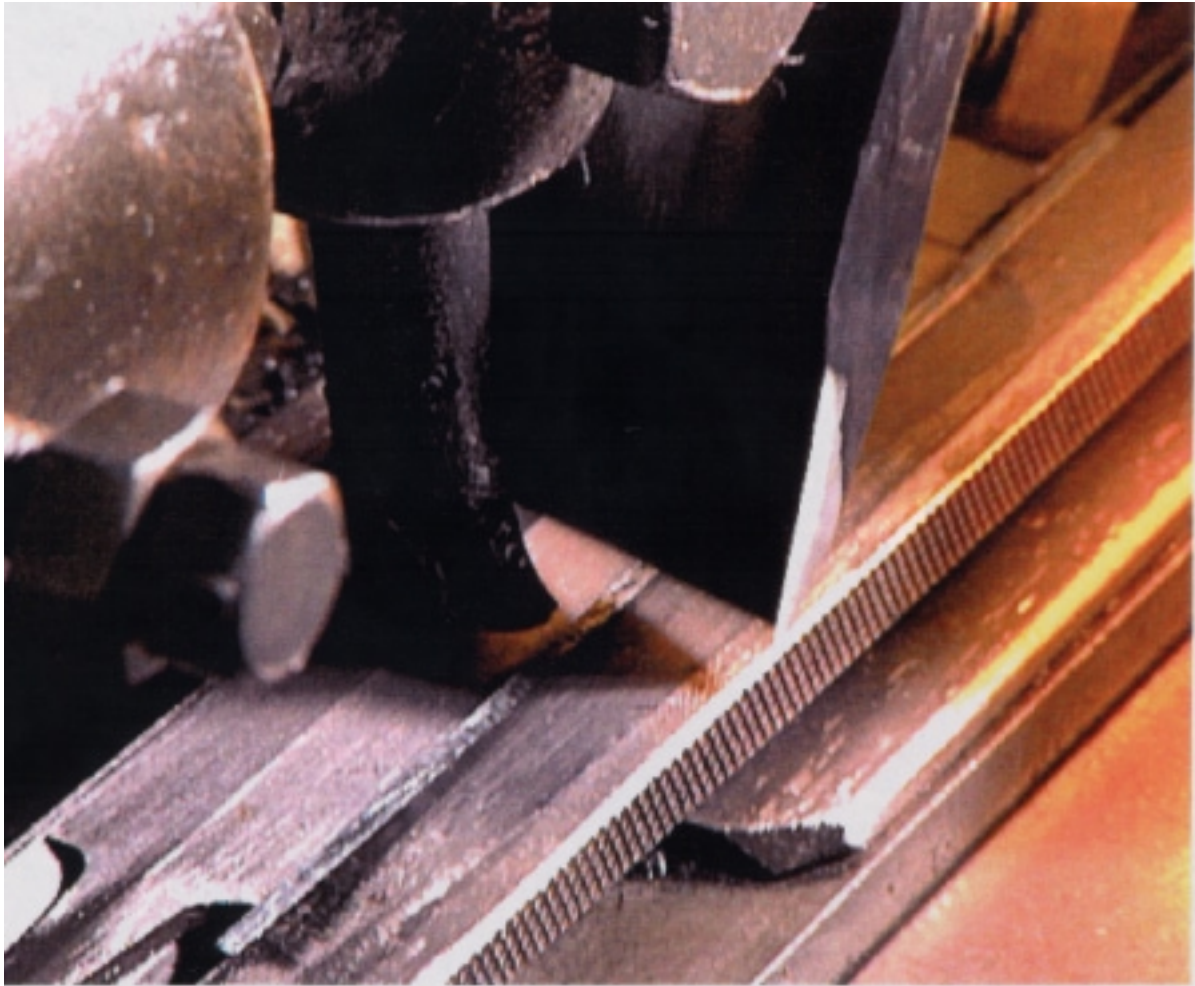
半丸：その名の通り断面が半円で有り、その前半分と後半分の4分の1円ずつに分けて目立し、最後に腹（断面の直径）を目立する。半円部（甲）の目立の時には腹が押し出され凹状態になり、半円部の目立完了後再度研磨が必要になる。その為、慎重な研磨が求められる。半円部（甲）の上目目立本数は、5列・6列・7列・8列と粗目・中目・細目・油目に合わせて段々多くなる。

三角：船床の垂鉛床で目立するが、三角の断面は当然三角のタガネの形に成っているので垂鉛床をすぐ削ってしまい、垂鉛床を成形しながら目立する事になる。





ボードやすり（鬼目やすり）：ボードやすりは一般のやすり材SKS8（C 1.3%）ではなく、大幅に柔らかい低炭素鋼（C 0.2%）を使い侵炭焼入により木や石膏ボードを切削出来るやすりにした。低炭素鋼を使用する事によって従来以上に大きく立派なやすり目（鬼目）を目立することが可能に成った。



両刃やすり：両刃やすりはノコギリの目立に使う特殊やすりだ。断面は菱形になっており、鋭角の所がコバと呼ばれて特に重要なところである。

その為、菱形の四面の目立の前に1ミリ以下の狭いコバを目立している。その上、両刃の目は非常に細かいので他のやすりに比べてキズづき易く敷金もアルミニウムや垂鉛では無く、一本づつ紙を引き替えて使っている。



半自動目立機に依る目立

鉄工やすり・組やすり・丸やすりの目立では各企業で、色々工夫して半自動目立機を1人で2台、3台と使い、生産性の向上に努めている。

作業として

1. やすりをセットして。
2. 作動ボタンを押す。(機械が目立して、元の位置に戻る。)
3. 目立したやすりを除き、1.へ返る。

とすごく簡単になっているが、では何故全てが半自動目立機に依る目立にならないかと言えば、第一に、やすり目の深さの調整と、第二に、切り止りなどの準備の調整の微妙さの為である。

半自動目立機に依る問題点

第一点の、やすり目の深さの調整について職人が全て準備して、素人工がボタンを押すだけにしたとしても、やすり目の探さを判断する技能が最低必要になる。と言うのも、やすり目立機の基本設計がピストンをバネの発条により目立する摩擦の多い駆動系の為に気温に大きく左右され、且つ、作業時間の経過により機械が熱を持ち摩擦が減少するため深さが変化する。その為、常にやすり目に気を配る必要がある。

第二点の、切り止り等の調整の微妙さについて、従来の目立機(鉄工やすり専門7号機)を考えた場合、鉄工やすりの115種類中35種類(6平荒・中・細・油の4種全部、8平細・油、6半丸4種全部、8半丸4種全部、11半丸中・細・油、12半丸細・油、6三角、6角、8三角、8角の全て4種)それ以外にも組やすりも単目やすりを目立できるが、半自動目立機では切り止りの調整や深さの調整の煩わしさで10種類程度に限定されてしまう。

最終的に目立機自動化を大きく疎外している問題はやすり目を起こす工程がタガネをやすりに叩き付けてつくる(大きな振動を伴う加工)方法だと言う事だ。近年の優劣なNC旋盤の特性はモーターのリズミカルな回転運動を活かした静かな(振動の無い)加工方法が精密化に繋がっている事を考えると、重大な問題と言わざるを得ない。

・味噌付け

やすりに使用する味噌



やすりの焼入れに用いる味噌は、食用である。味噌原料が米や麦、あるいは豆であっても、色が白くても赤くても、味が甘くても辛くても、焼入れには無関係である。また、麹歩合や塩の割合、それに味噌の新鮮さなども同様である。しかし、やすり関係者には、異論を唱える人もいる。新しい味噌がよい、いや古ければ古いほどよい、塩は多い目がよい、などなど、まさに百家争鳴。ちなみに、現在使用している味噌は、赤味噌が多いようである。

昭和37年頃までは、やすりメーカーが独自に五合塩、七合塩といった自家製の味噌を作っていた。五合塩、七合塩とは、大豆一升に対して塩五合、七合という塩の割合である。当時、味噌は酒好きな職人の“酒の友”で、焼入れ職人は、壺にいれた味噌をなめながら酒を飲んでいたという。

やすりメーカーには、

壺 炉製作所、壺 と壺のつく商標が多い。壺のいわれは、やすり用の味噌を保存する壺からとったとも、師匠すじの大阪の壺井豊次郎の壺からきたともいわれている。

味噌に添加物を混ぜる

炊入れに使用する味噌には、ある種の添加物を加える。この添加物は各社秘中の秘といわれ、「秘薬」あるいは「焼入れ薬」ともいわれたことがあった。しかし、現在はオープンで秘する企業はほとんどない。

添加物の中身は食塩と硝酸カリウムと水である。硝酸カリウムは硝石ともいわれ、火薬の材料や鋼



の熱処理剤として用いられる。混ぜる割合は、おおよそ味噌4、食塩と2、硝酸カリウム1である。この添加物を加えた味噌を、“やすり味噌”と呼ぶにしよう。

昔は「赤味噌1貫目、塩500匁、硝石250匁を茶臼で細かくひき、水や塩水あるいは醤油でうすめて使用した」、さらに混ぜ合わせた味噌に、女性の髪や牛の骨粉、さらに青酸カリを加えた」という。味噌に硝酸カリウムを加えたものは焰硝(えんしょう)味噌といい、地方によってはインシュウ味噌と呼んでいる。「錯(やすり)は焼刃(目)に焰硝味噌を塗って、焼く也」と江戸時代の「剣工秘伝志」も記している。

やすりのほかに、味噌を塗って焼入れした刃物は、長野県の信州鎌や愛知県豊橋の鎌、それに鳥取県倉吉の千歯などがある。長野の鎌などの刃物の焼入れにも、やすりと同じ味噌添加物を使用していると、信濃町の鍛冶名人・中村与平氏に教えていただいた。倉吉の千歯は、塩、硝石、膠(にかわ)、糠(ぬか)、鮎のウルカ(内蔵)などを味噌に混ぜたという、古い記録もある。

ちなみに外国のやすりの焼入れは、加熱したやすりに馬糞を塗ったり、燃やした牛の角の粉末と塩をふりかけたりして行った。また、ビール酵母の中にやすりを浸した後、海塩とモミ方をまぶして焼入れをしたという。

味噌の粒子を小さくする

やすりに使用する味噌は、粒が小さいほどよい。市販の味噌は「味噌こし」

をして粒子を小さくしているが、やすり用には不十分である。

また、添加する硝酸カリウムは固まりやすいので、均一に混ぜることは難しい。そのため、やすり味噌(混ぜ合わせた味噌)を石臼(うす)やグラインダーで小さく砕いて、粒子を揃えると同時に均一に混合する。目の小さい刃やすりに使用するやすり味噌は、粒子をより小さくするために茶の葉を粉にする茶臼を使用している。

やすり味噌に、味噌の約60%の量の水を加えて、刷毛で均等に塗りつける。一本のやすりに味噌0.4~0.5gをつける計算になる。その後、ヒーターで十分乾燥させて、水分を飛ばす。乾燥が不十分だと、後工程の焼入れ加熱で水蒸気爆発を誘発して、高温の鉛を浴びることになる。このことは、家庭でのてんぷら料理を想像すれば容易に理解できよう。

乾燥したやすりは、予加熱(700の鉛浴)後、本加熱(780の鉛浴)をして20の水で焼入れ

する。

味噌の効用



味噌がやすりに用いられる理由、“味噌の効用”について述べよう。

完全炊入れが容易になる。

780 のやすりが20の水に入った瞬間、やすりの表面は水蒸気膜で覆われる。水蒸気膜で覆われると、冷却が悪くなって、焼きが入らなくなる。

結果、硬化不良を生じ、やすりは切れない。やすり味噌を塗ると、冷却を妨げる水蒸気膜は破壊されて、均一に冷やされ完全焼入れができる。

また、味噌に添加した食塩が水に溶けて、水の冷却能がよくなり（冷却能は塩分濃度10%が一番よいといわれている）より焼きが入りやすくなる。

焼入れ硬さは最高に達し、よく切れるようになる。

焼割れを防ぐ。

やすり目の凹部は、字型の深い谷になっているので、焼入れ時に割れが生じやすい。味噌で凹部をふさぐことによって割れを防止することができる。

鉛の付着を防止する。

やすりは目が複雑に突起しているので、焼入れで使用する鉛溶炉の鉛粒子が付着する。味噌を塗ることで、凹凸はなくなり鉛がつかなくなる。

参考文献など

- ・永山久夫：健康食みそ、農山漁村文化協会、1983年
- ・田村栄太郎：日本工業史、東洋堂、1943年
- ・全国味噌工業協同連合会：ためにな

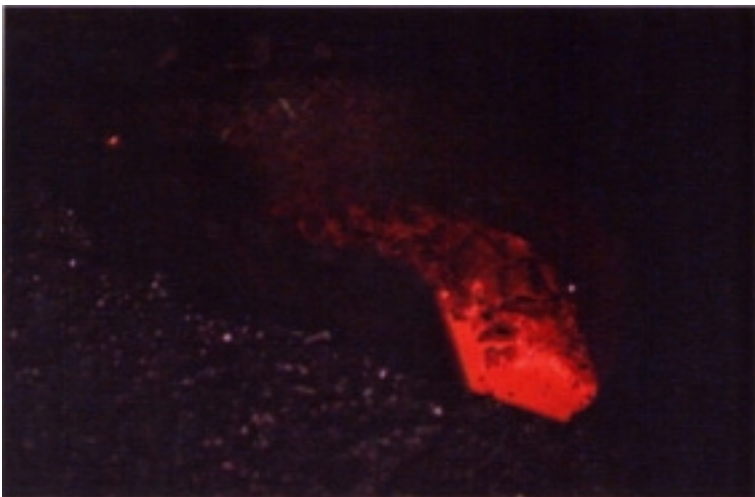
る miso book

- ・青木宏、福地泡介：みそでヘルシー、千曲奔版社、1987年
- ・堂本康彦氏教示による
- ・丸中利雄氏教示による
- ・広島県立産業労働科学研究所：広島県に於ける炉工業の実態、1952年

- ・黒江二郎：水心子正奔とその一門、雄山閣出版、1979年
- ・奥村正二：小判・生糸・和鋼、岩波書店、1973年
- ・ブックスバウム・村山信訳：鐘、機械製作資料社、1941年
- ・飯田賢一：熱処理、日本熱処理技術協会、1986年
- ・中村与平氏教示による
- ・ルードウイヒ・ベック、中沢護人訳：鉄の歴史第3巻第2分冊、1986年
- ・佐藤清書：金属の研究、1993年
- ・荻山信行：日本醸造協会誌、日本醸造協会・日本醸造学会、1992年

・焼入れ

焼入れ、というと「画竜点睛を欠く」の故事を思う。ものの本によると、「画竜点睛」は竜を描き最後に晴（ひとみ）を入れると、竜は生命を与えられ、画布を抜けだし天空高く舞い上がった、という



意味だという。「……………欠く」は晴（ひとみ）を描けば完成品になるが、それを怠れば価値のないただのモノである、との教訓である。やすりの焼入れ、も同じことだろう。切断し、鍛造し、目立てをし、竜を描き、あとは晴（ひとみ）を入れる、焼入れをすれば完成する。焼入れはやすりに命を吹きこむので、刃物としての切れ味あたえ、切れ味の持続を保証する。

焼入れは、鋼をA1変態点（727℃）より50℃高い温度のオーステナイト域に加熱し、水などの冷却剤で急冷することをいう。急冷するとパーライト変態の進行が妨げられ、約140℃、室温の間で硬いマルテンサイトに変態する。マルテンサイトの硬さは、焼入れ直前のオーステナイトに溶けこんだC量によって決まる。

マルテンサイトが硬いのは

マルテンサイトはC原子を無理に溶かしこんだFe（フェライト）の結晶。そのため、Feの結晶が非常にひずんだ形となって硬い。

マルテンサイトができるときに、内部に転位などの格子欠陥が非常に多くでき、加工硬化とおなじしくみで硬くなる。

焼入れ中、マルテンサイトができ、常温に下がるまでの短時間に、マルテンサイト中の転位にCやNが固着され硬くなる、といわれている。

一般にC量0.6%まではC量に対応して硬くなるが、それ以上になると焼入れ硬さは変わらない。やすりは

1.3%のC量を有しており、焼入れ硬さはHV850～900にもなる。鋼の内部まで焼きが入る性質を焼入れ性といい、含まれる元素の種類や量によりその善し悪しが決まってくる。

味噌を塗ったやすりは、乾燥後予加熱（約700℃に1分）と本加熱（780℃に2分）を行う。本加熱を終えたやすりは素早く保持具に挟み、一気に水冷する。細くて長いやすりは、焼入れ硬化によっ

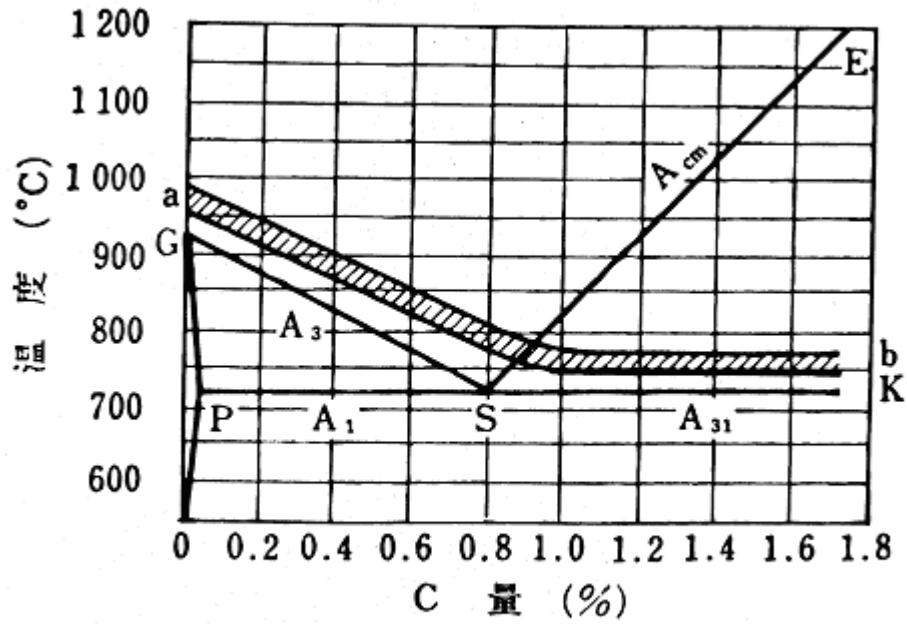


て変形するので、変形防止用保持具で矯正した状態で水冷する。また、保持具を使用せずに、冷却途中(約140℃)で曲がり直して、再び水冷する高度な技量を持っている蔵人もいる。

焼入れ後の硬さは、包丁やカミソリも削れる硬さとなる。

やすりの加熱は、重油焚きの鉛浴(鉄容器の中で鉛を溶かす)炉を使用する。鉛浴炉は均一加熱ができ、酸化や脱炭を防止できる特徴がある。アメリカのやすり産地では1870(明治3)年ごろから鉛浴炉を使用し始めたといわれるが、日本では新潟の燕やすりが、大正4年に東北大学の岩瀬慶三教授の指導で使用したのが最初である。呉の仁方やすりは昭和になってからだという。それ以前はコークスや木炭で直接加熱していた。

やすりの特殊な焼入れ方法としては、高周波焼入れと浸炭焼入れがある。前者は高周波電流によってやすりの表面を急速に加熱して、焼入れする方法である。やすりの刃先部分のみを焼入れ硬化させる。現在、チェンソーやすりの焼入れを行なっている。後者の浸炭焼入れは炭素量の少ない(0.2、0.3% C)材料を使用して、刃先部分に炭素を浸入させて焼入れ硬化させる。焼入れ後の炭素量は0.8%。木工用のやすりに適している。



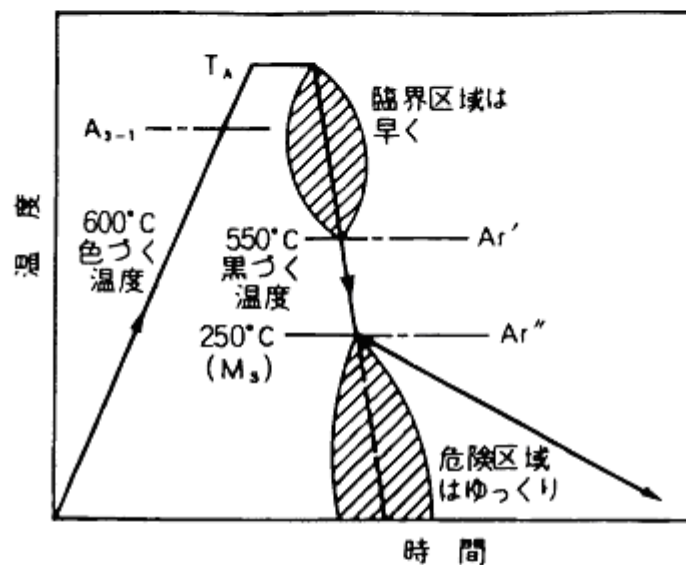
炭素鋼の焼入温度

工具鋼の焼入焼戻し硬さ

種類の記号	熱処理温度 °C		焼入焼戻し硬さ HRC
	焼入れ	焼戻し	
SKS 8	780 ~ 820 水冷	100 ~ 150 空冷	63 以上
SK 1	760 ~ 820 水冷	150 ~ 200 空冷	63 以上
SK 2	760 ~ 820 水冷	150 ~ 200 空冷	63 以上
SK 3	760 ~ 820 水冷	150 ~ 200 空冷	63 以上
SK 4	760 ~ 820 水冷	150 ~ 200 空冷	61 以上
SK 5	760 ~ 820 水冷	150 ~ 200 空冷	59 以上
SK 6	760 ~ 820 水冷	150 ~ 200 空冷	57 以上
SK 7	760 ~ 820 水冷	150 ~ 200 空冷	56 以上

焼入れ時のオーステナイト粒の大小と
焼入れ焼もどしの後の性質

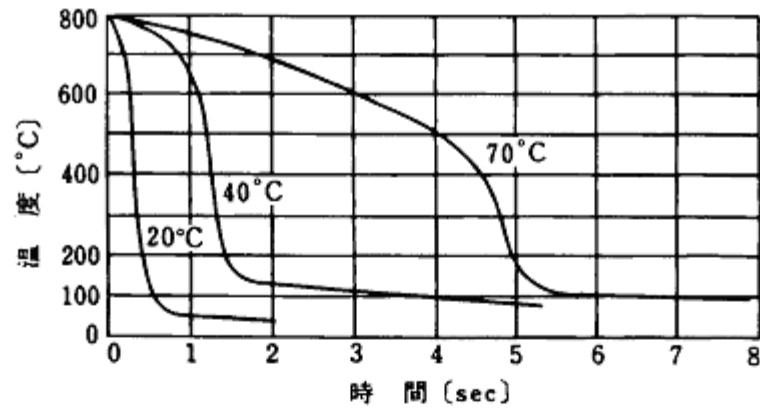
焼入れ時の オーステナイト粒	焼もどし後の性質		
	引張強さ	伸 び	衝 撃 値
細 かい 場 合	正 常	正 常	正 常
粗 大 な 場 合	正 常	や や 小	非 常 に 小



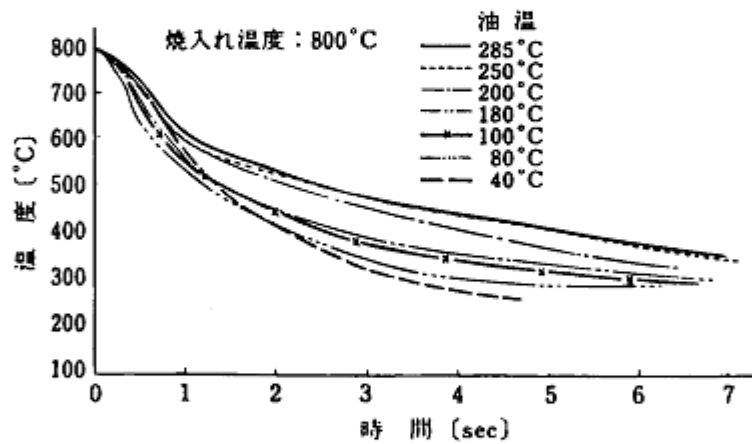
焼入れ冷却のコツ

各種冷却剤の冷却能力の比較

焼入液の種類	冷却能力(18°C水を1.00とする)		焼入液の種類	冷却能力(18°C水を1.00とする)	
	720~550°C	200°C		720~550°C	200°C
10% NaOH 水溶液	2.06	1.36	機 械 油	0.18	0.20
10% NaCl 水溶液	1.96	0.98	水 (50°C)	0.17	0.95
10% Na ₂ CO ₃ 水溶液	1.38	1.09	乳 化 油 (10%)	0.11	1.33
10% H ₂ SO ₄ 水溶液	1.22	1.49	銅 板	0.10	0.067
水 (0°C)	1.06	1.02	石 鹼 水	0.077	1.16
水 (18°C)	1.00	1.00	鉄 板	0.061	0.011
水 銀	0.78	1.62	水 (75°C)	0.047	1.31
可 溶 合 金 (180°C)	0.77	0.009	水 (100°C)	0.044	0.71
水 (25°C)	0.72	1.11	液 体 空 気	0.039	0.033
特 殊 焼 入 油	0.60	0.20	静 止 空 気	0.028	0.077
種 油	0.30	0.55	真 空	0.011	0.004



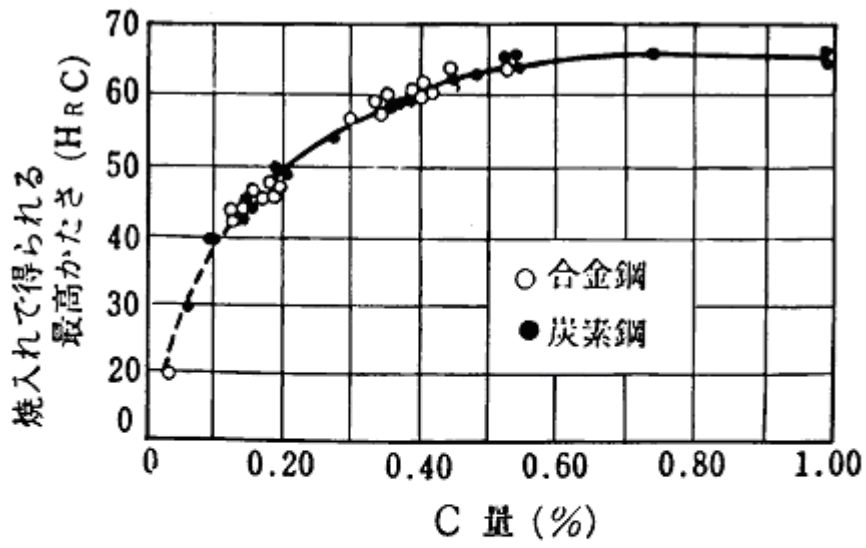
水温と冷却速度の関係



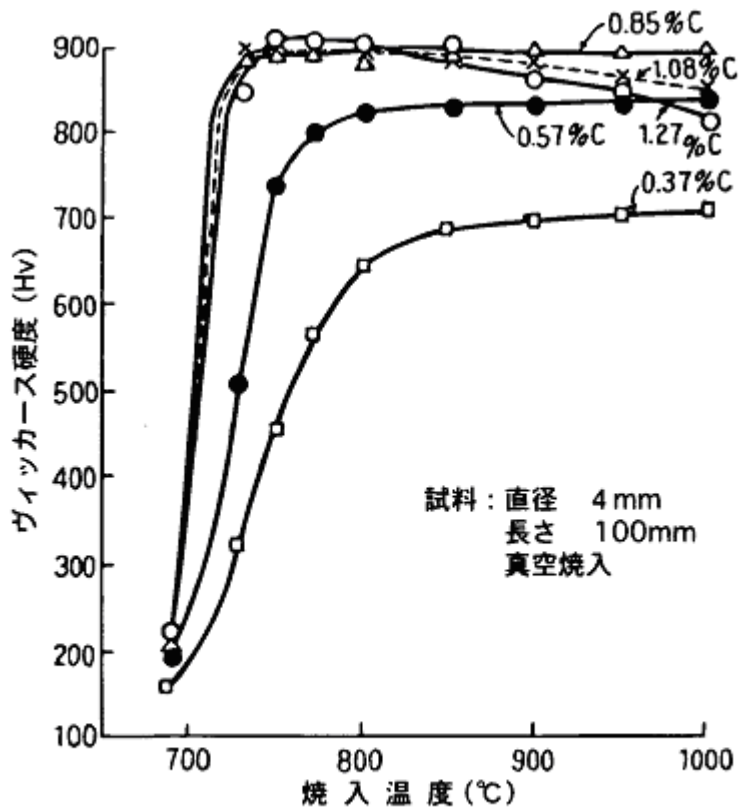
油温と冷却速度の関係

焼入れの強さによる冷却能の変化 (標準 20°C の水, 静止)

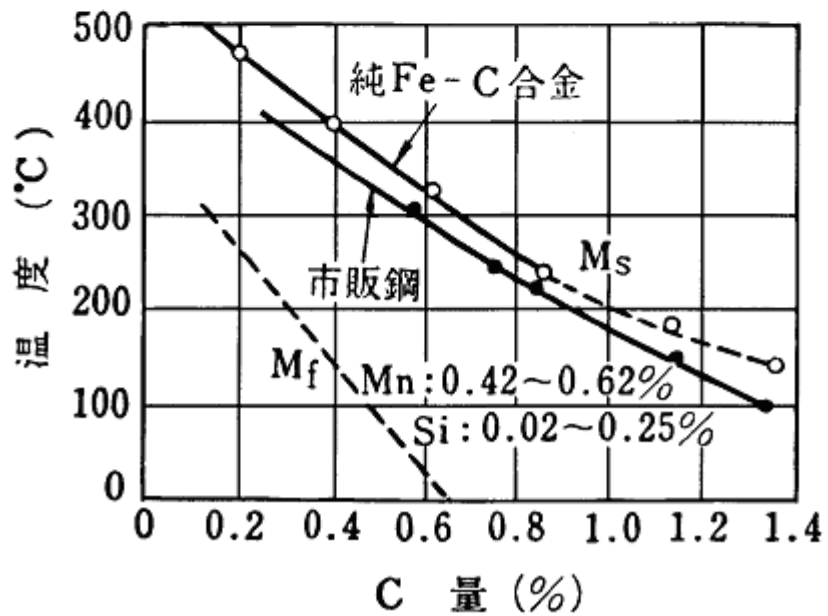
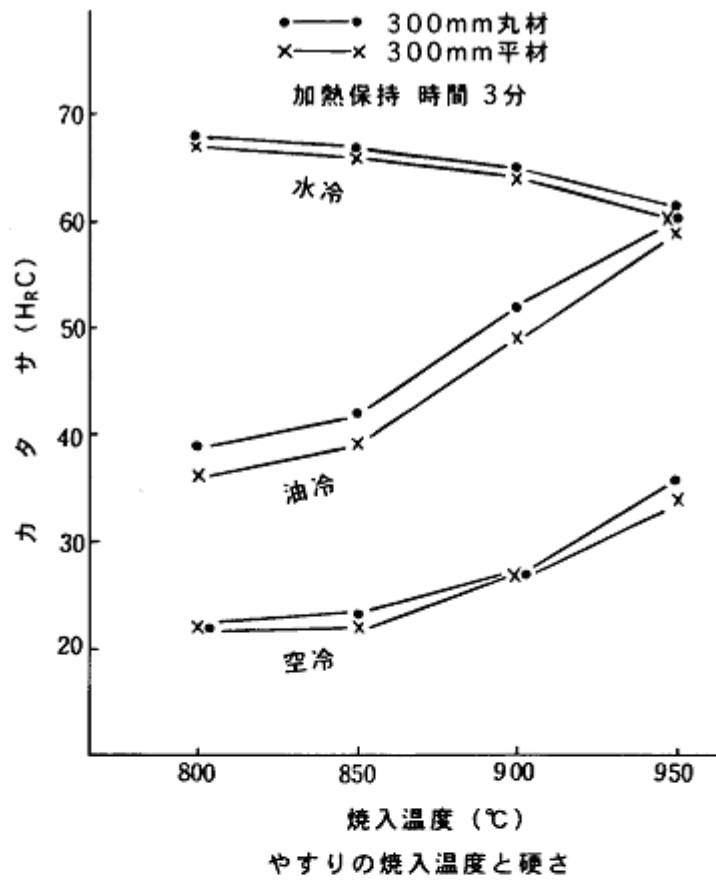
焼入れの強さ	60°C の油	20°C の水	20°C の塩水
液静止, 試料静止	0.2	1.0	2.0
静かに循環または試料を動かす	0.3	1.1	2.1
よく液を循環または動かす	0.4	1.4	—
強い循環または攪拌	0.6	1.8	—
激しい循環または攪拌	1.0	4.0	5.0



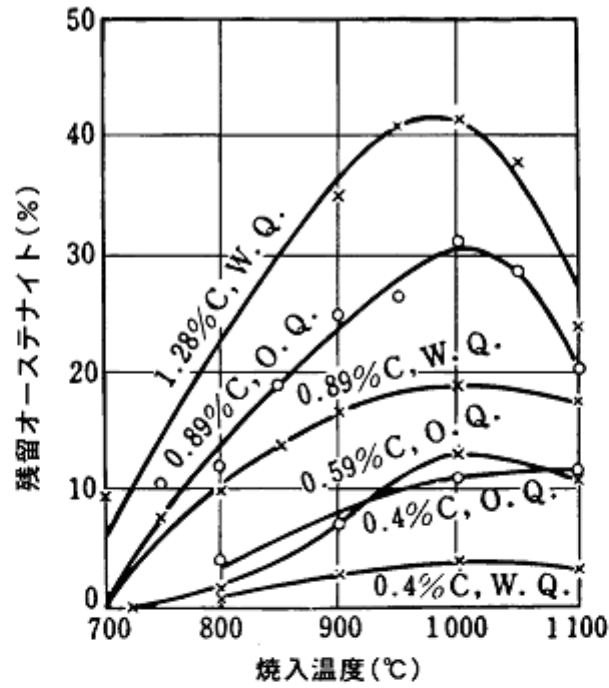
鋼の炭素量と焼入最高かたさの関係 (Archer)



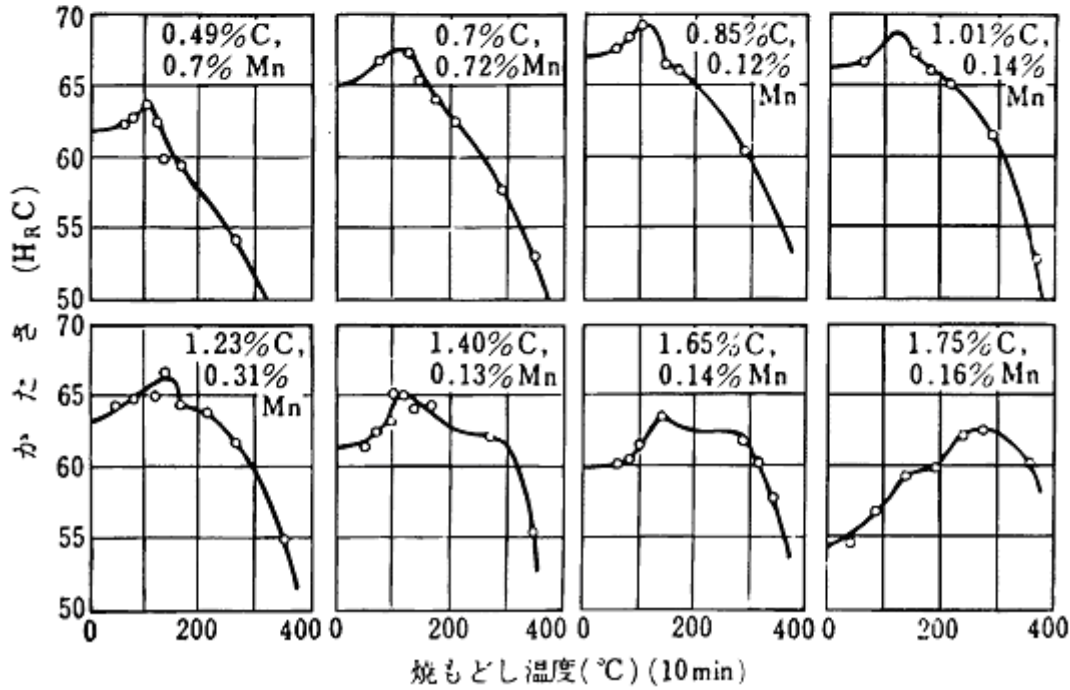
焼入温度と硬度との関係



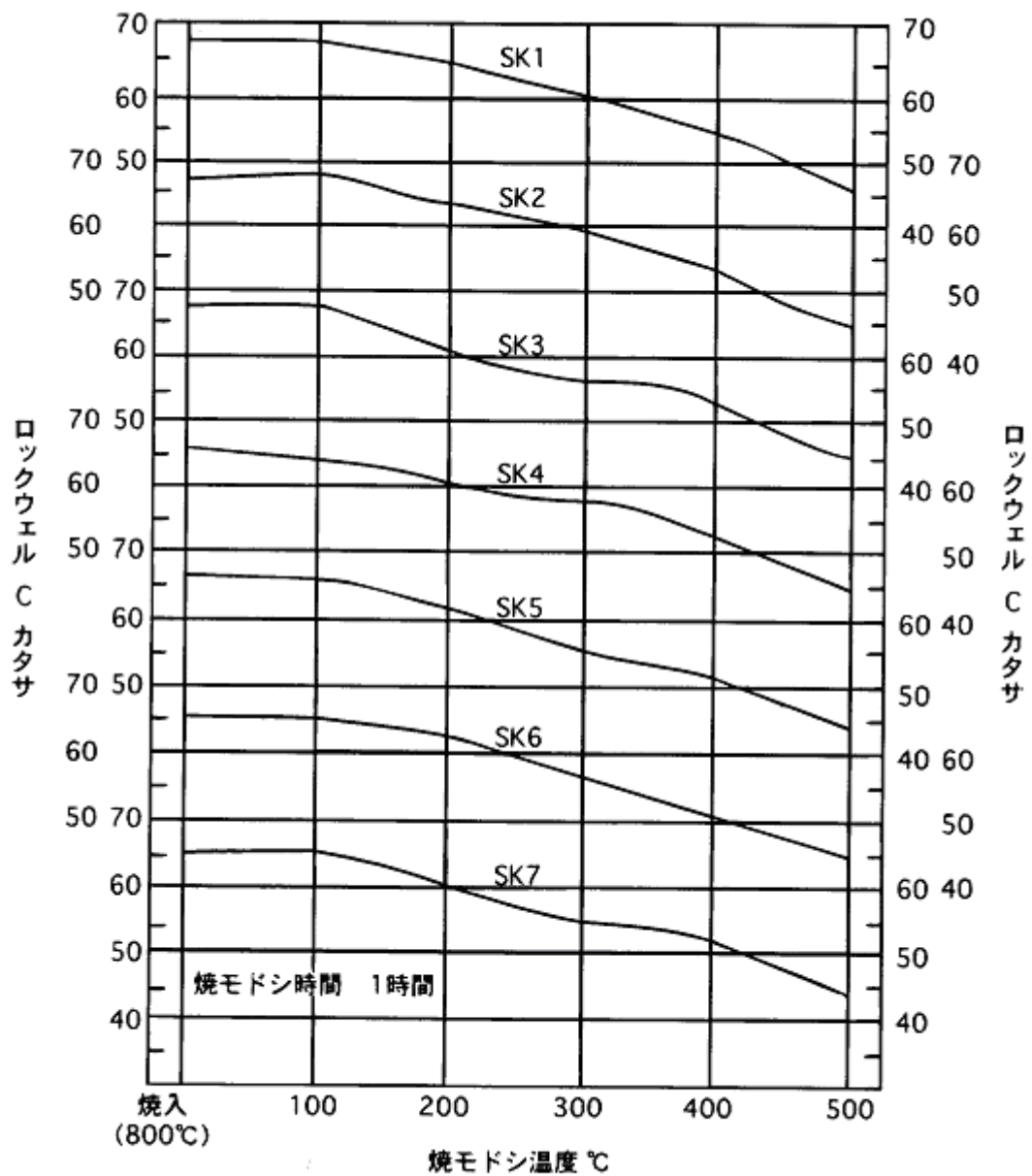
炭素鋼の M_s , M_f 点と炭素量の関係 (Troiano)



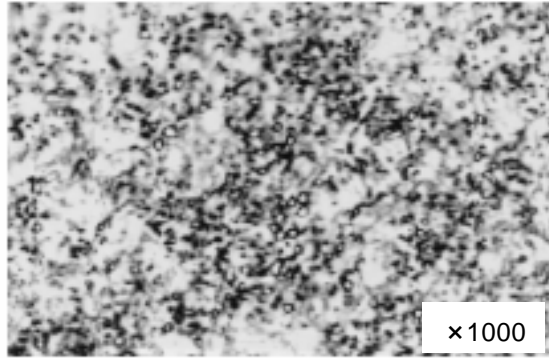
各種の炭素鋼の焼入温度と残留オーステナイトの関係 (田丸・関戸)



各種炭素鋼の焼きもどしによるかたさの変化

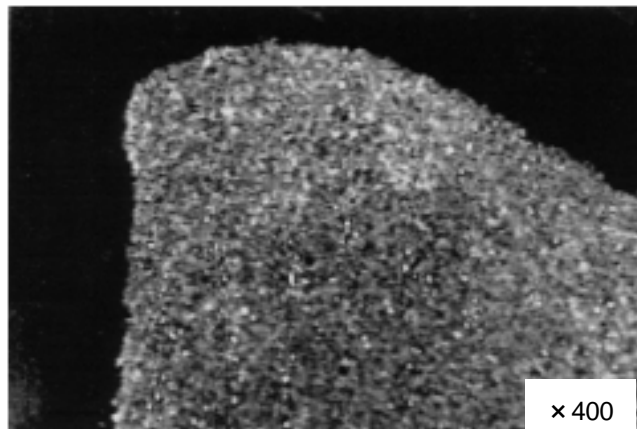


SK1~SK7の焼入焼もどしカタサ曲線

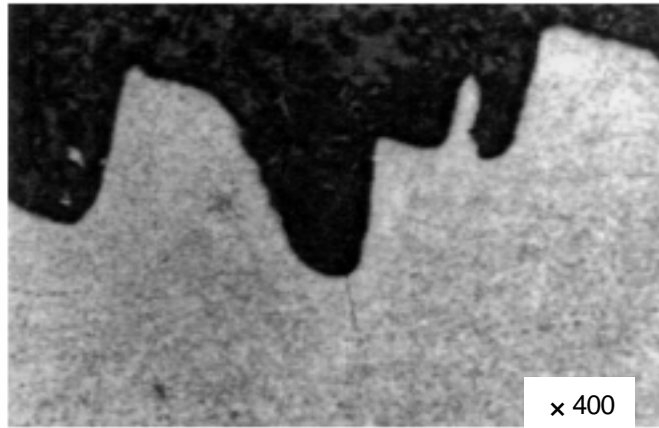


焼き入れ組織

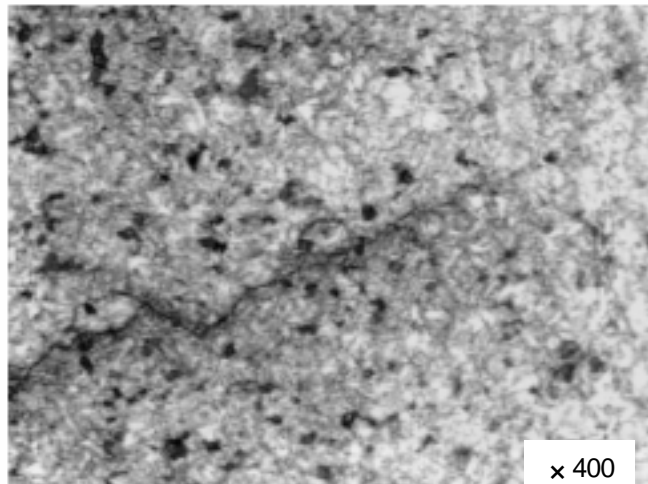
マルテンサイトの他に微細なセメンタイトが分布している



焼き入れ組織 (刃先部)



焼割れ組織
凹部から割れている



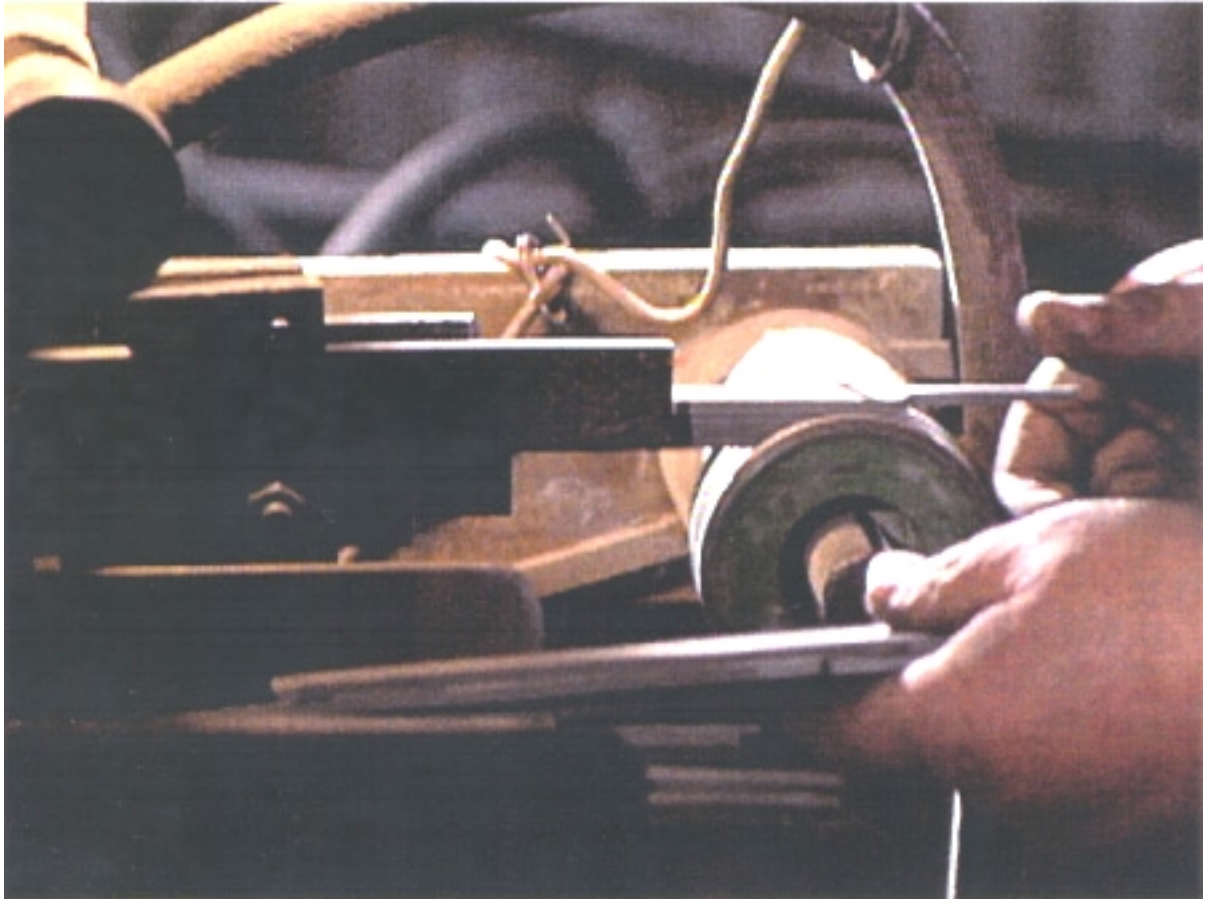
焼割れ組織
マルテンサイト地に割れが見られる。
焼き入れ温度が高いためセメントが見られない。





表面仕上げ

焼入れしたやすりは、硬くて脆い。脆さを靱さに変え、より切れ味を増すために焼戻しをする。焼入れの後の焼戻しは、熱処理のイロハであるが、不思議なことにやすりは、積極的に焼戻しを行わない。しかし、焼入れ後の酸化皮膜を取る工程が、焼戻しの代用になっていると考えられる。焼入れ後の皮膜は非常に薄い。皮膜除去は酸洗い アルカリで中和 洗浄のために沸騰水で湯炊き、の工程を経る。この湯炊きが100 の焼戻しも兼ねることになる。やすりの焼戻しは120 が最適であるが、100 の戻しで十分である。湯炊き後に、空気圧で研磨材を吹き付けドライホーニングを行う。





検査

割れの検査と切れ味の試験する。割れの検査はハンマーで叩いて、音の変化で判定する。切れ味は高硬度のテスト棒 HRC58 (Hv650) を擦って、滑らないことを確かめる。定量的な切れ味試験は、コンピュータを組み込んだやすり性能試験で行う。

参考文献

- ・不二越熱処理研究グループ；新版知りたい熱処理、ジャパンマシニスト、1998
- ・早乙女和巳；各種熱処理法の解説；特殊鋼、特殊鋼倶楽部、1965
- ・門間改三；鉄鋼材料学、実数出版、1973
- ・日本規格協会
- ・大和久重雄；熱処理技術と材料および試験、地人書館、S39
- ・小柴定雄；工具材料（上）丸善、S31
- ・呉工業試験場；呉工業試験場報告 No. 11, 1967
- ・菊山信行；やすり読本、1973

仁方のやすり

その昔、大阪から導入されたやすり技術の“種”は、町民の努力によって成育・開花し、特産品として大きく結実した。結果、『やすりの仁方』か、『仁方のやすり』か」とも呼ばれるほど名を成し、町民のほとんどがやすりと深い関わりを持つようになり、やすりが仁方町の経済を支えたことはよく知られている。

町民のやすりへの愛着は強く、次の歌詩が雄弁に語っている。古くから口ずさまれている“仁方小唄”やお伊勢参りの道中に歌う“伊勢音頭”には「仁方やすりは日本一」、「仁方名産お酒にやすり」とやすりが詠まれている。また、仁方公民館の落成記念に“新しい民謡”を募集した時の入賞作の詩は、「船は出て行く積み荷の旗は、仁方やすりの壺印」、「日本一かよやすりなら、鋼鍛つ昔日切りのひびき」、「仁方やすりは切れ味自慢、固い鉄さえ思いのままよ」などなど、やすりが主役であり、心情が表れている。

今日、やすりは不況で関係する人は少なくなっているが、町民のやすりに村する思い入れは、連綿と続いている。

やすり技術の移転

先に、「大阪から導入されたやすり」と述べたが、どのようないきさつがあったのだろうか。「呉市史」、「改訂仁方郷土誌」、「広島県に放ける炉工業の実慰」などを見てみよう。

文政7(1824)年に金谷殊助が大阪立売堀で修業して帰り、やすり業を始めた。

天保年間(1830～1844年)仁方の嘉平次が大阪のやすり業「壺井」で焼入れ薬の配合(焼入れ時に使用する塗布物：味噌、食塩、硝酸カリウムの混ぜる割合)を習得し、帰付して始めた。それから後に、地元の八幡屋安兵衛が嘉平次のもとで修業し、農村鍛冶の副業としてやすり作りを始め、安兵衛の養子の刀鍛冶の梶山友平が業を継いだ。やすり業壺井は、全国的に「壺」と印のやすりで知られた大阪立売堀の壺井豊次郎である。

慶応3(1867)年、備前長船の刀鍛冶で「氏正」の銘を持つ梶山友平が、大阪でやすりの製法を習得し、村に帰って創業した。梶山友平は壺万鑪(現在の株・ツボ万)の創業者である。

などなど諸説があるが、大阪が発祥の地であることには間違いない。そこで、大阪のやすり鍛冶を調べてみた。

山にカ印・文珠四郎・鍍子鍛冶・山口屋加兵衛・大阪立売堀1丁目北側(「商人買物独案内」文政3(1820)年刊・文政7(1824)年刊)

上述の山口屋嘉(加)兵衛と文珠四郎・やすりかぢ・高橋長兵衛、それに文珠四郎・やすりかぢ・志まや惣兵衛(「大阪商工銘家集」弘化3(1846)年刊)

明治初年設立のやすり業・藤橋亀音商店(「大阪府工業株覧」明治38年刊)

大正9年創業の東洋鑪伸銅(株)(「大阪府全管工業一覧」大正13年刊)文政3年の書物に、やすり鍛冶がいたことが記録されているが、評判のやすり鍛冶壺井豊次郎の名はない。もともと壺井某は存在しなかったのか、あるいは記録もれなのか分からない。どちらにしても、大阪から技術移転したやすりは仁方で発展したのであるから、それなりの理由があったはずである。

やすり技術の継承者

やすりの技術移転が始まる以前(文政2(1819)年)の仁方村の人口は2,789名、そのうち百姓は1,675名、職人は大工、鍛冶、桶屋、木挽き、紺屋をいれてわずか8名であった。また、一方で「当時(文政2年)1010名の浮過(うきすぎ：離農者)が存在することは、商工業によって多くの人口を支えていたことを推測させる」とも記されている。そのような背景のもとで、やすり技術が移転された。仁方の某が習得した技術を受け継いだのではないかとと思われる者たちが、存在していた記録もある。

文政年間、仁方村近郊では漆喰(しっくい)用の石灰が産出し、それを使用する左官がいた。仁方には左官道具のコテなどを作る鍛冶職人がいた。

仁方では、慶応年間に木櫛を特産品として製造していた。ある産品が完成するまでには、様々な道具が必要となり、それを作る職人と使用する職人など多くの技術者が関わった。

幕末になると浅野藩では、西洋伝来の武器製作所が広島に創設されることになり、多くの技術者が

徴用され武器職人として定住した。製作所ではやすりを作ることもあったという。その後、藩制解体により大阪砲兵工廠に転じた者や、再び仁方に帰った者も多かった。これらのことから、やすり作りの技術的な素地はあったとみてよい。

やすりに使用した材料

「材料は仁方にはなく、山陰の僻遠の地から海路、この地域にもちこまれたのであるから、とくべつやすり工業がこの地方でさかんになる立地条件はなかったとみてよいのではないか」との指摘もあるが、仁方と同じように刃物や工具の産地を形成する新潟の燕・三条地区や大阪の堺、高知の土佐なども材料は自国にはなく、山陰などから運ばれていたという。そうすると、これらの産地も盛んになる条件はなかったということになる。材料の入手ルートが確保されていて、技術を育てる者がいれば産業は発展する。

仁方やすりの材料は山陰からもちこまれた、という材料はどのようなものであろうか。

出雲松江・伯耆から年間40.5トンの玉鋼を購入した。

島根県安来の砂鉄から生産する安来鋼がその硬質の故に適材であり、河川を利用して広島のお屋万兵衛の問屋に運ばれ、さらに問屋から海上船便で仁方に送られた。

材料の玉鋼と安来鋼は同じもので、「たたら製鉄」で作られる。たたら製鉄は砂鉄を原料とし、木炭を燃料として鉄を作る。できた鉄塊を搦(ケラ)といい、中央部に品質のよい玉鋼ができる。玉鋼といえば日本刀をイメージし、玉鋼はすべて高級品と思われがちだが、品質によってランクがある。日本刀には優良品を使用し、やすりには良品が用いられた。良品の玉鋼も成分のバラツキは大きい。特に、やすりのように広い使用面(やすり目がある面)を均一に成分調整するには、卓抜した技量が必要である。それに応えるものは、玉鋼を熟知した刀鍛冶の技である。刀鍛冶は、炭焚きの火床の火加減ひとつで材料の成分調

整を行う。炭素が多ければ酸化炎で脱炭させ、少なければ還元炎で浸炭させるなどして、炭素濃度を自由に制御する技をもっている。この技は「卸し技法」といわれている。先の梶山友平が、刀鍛冶を廃業してやすりを作っていた件が次のように記されている。「梶山友平、慶応2年頃迄、刀ヲ鍛エテ居マシタガ、明治ニナツテ廢刀令デ鍛刀ヲ止メテ、刃物鍛冶ノ傍ラ鑪(やすり)ヲ作ルヲ業トシテ居タ。」梶山友平が作ったやすりが、よく切れたであろうことは想像に難くない。

以上、述べたように材料の玉鋼は入手可能であり、その玉鋼を使ってやすりを作る指導的技術者と技術を受け入れる職人が存在することから、仁方にやすりが根づく要因は満たされていた。

やすり技術の発展

技術移転されたやすり技術は、明治維新期の混乱で一時衰退するが、着実に受け継がれた。明治14年には仁方村の坂本幸兵衛が、東京で開催された第2回内国勸業博覧会に「黒焼横目鑪(やすり)」3本を出品した。黒焼横目鑪とは、焼入れ後仕上げ処理をしていない黒い単日の両刃やすりであろう。明治18年になると、為政者は村の発展を願って「農商工申合規約」を取り決めた。が、仁方は農琴に適さないという自然条件もあって、商工業に力を入れていくことになる。その規約には「正直ヲ固守シ広く世人ノ信用ヲ求ムル事」、「粗製濫造ノ弊ヲ矯正スル事」、「製作品ヲ改良シ流行品ニ意ヲ注ク事」とうたっている。その産業政策の実践によってやすり業は大きく飛躍した。

明治23年にはやすり業26戸、12万本を製造するまでに発展し、広島・尾道・三原・呉・山口・伊予方面まで販路を広げた。

日立での機械化

明治41年から43年頃にかけて、今まで手切りで目立てをしていた工程が、手動式ではあるが機械化された。呉海軍工廠出身の上松筆助が原形を作り、梶山徳太郎と半田生一がそれに改良を加えて徳生式日立機を開発した。それはミシンにヒントを得たもので、一人が動力部のはずみ車を回し、他の一人が目立て部を担当するという二人がかりで動かす機棟だといわれている。その後、はずみ車を

回す動力部に石油発動機が採用され、大正6年には電動機が導入された。それにより、手切り時代は1日20本だった生産量は手動式日立機によって130本となり、さらに電動機によって200本と急増した。明治45(大正元)年には、年間生産量は71万9千本となった。

大正13年5月には、上松筆助の「刃やすりの目切機棟」が帝国発明協会から表彰を受けた。

鑪目切機械

発明の要領:本発明は刃鑪の目切機棟に係り元来人手によりてのみ切り込みたるものを機械によりて行ひ得べくせるものなり事業の概況:本機の発明によりて其の生産能率約5倍に達し今や該機は仁方町のみにて100台を据付け本機による鑪の生産高は年額300万本価格30万円に達し之れに従事する男女工500名及へりと謂ふ而して今や従来鑪本場たる新潟県を凌駕するに至れりと謂ふ其の地方産業に及ぼせる効果卓越せるものと認む。

(帝国発明協会「第4回地方発明表彰の要領」大正13年・「呉市史第4巻」)

圧延機の導入と新製品の開発

生産が伸びた背景には、目立てが機械で行われたほかに、やすり材料とやすりに成形する技術にも革新があったはずである。材料は山陰の玉鋼を使用していたことは前述したが、この材料はデコボコした拳ぐらいの魂で、所々に穴があき、不純物を内包していた。このような玉鋼は加熱しては叩き、叩いては熟して不純物絞り出し、穴を鍛着させ、成分の調整と均一化をはかる作業が必要である。この作業の後、15mmの幅ののばして翌日に備えたという。当時製造していたやすりは、断面が菱形の刃やすりであるから、玉鋼からの成形は特に困難であったと思われる。

明治20年代になると西洋から「スタル」という鋼材が輸入された。スタルは鋼のことでドイツ語のシュタルが転化したものである。スタル材は角形に圧延された材料であるが、手作業で菱形に加工することは玉鋼と同様に難しい。このことは、やすりの形の不揃いを意味する。機械に取り付けるには、形が揃っていないければ能率はあがらない。目立て機は開発されたが、やすりの取り付けが思うようにいかないの、成形ロール圧延機で菱形に加工することを考えた。

大正4年に梶山万次郎は、職人二人を九州八幡へ派遣した。二人の職人は、八幡製鉄所の技師の指導のもとで成形ロール圧延機を完成させた。その経緯を梶山万次郎の弟徳太郎は次のように記している。

「兄(梶山万次郎)年老ヒテ鑪ノ目立八機棟デ出来ルノニ、鑪ノ下地ヲ人手デ八銀ノ形モ揃ハズ、第一生産能率モ上ラズ、何トカシテロールデ伸シタイト思ヒテ、八幡ノ製鉄所ニ近イ小倉ノ市外目明リト云フ所ニ工場ヲ設立シ、製鉄所ノ技師ノ方ノ援助ヲ求メテ、此所ニ苦勞スルコトニケ年相当ノ資金ヲ費シタ方、サッパリ物ニ成ラズ、材料ノペケヤラ機棟方コワレ駄目ニナツタリ・・・・外デ見ル目モ誠ニ御氣ノ毒デクマラヌ位ニ思ツタ方、本人ハ失敗ハ成功ノ基ト、次カラ八悪イ所ヲヤリ直シテヤルト云フ根氣ノ善イ人戌レバコソ、今ノ「ロール」デ鑪ノ地金ヲ造ルコト出来ル様ニ成ツタノデアル」(梶山徳太郎手稿・昭和15年・『広島県に於ける炉工業の実態』)。

形状・寸法が安定したやすり材は、「発電機(目立て機棟)によってボンボンと威勢よい音とともに鑪の前途に光明」といわれるように、大量に目立てされていった。大量に生産されたやすりは、日本全国を席卷した。

目立て機の開発、成形ロール圧延機の導入、電動機の普及などによって生産量は急増し、大正8年には200万本の生産量を記録している。生産に少し翳りがでだした大正10年、壺万銀製作(株)では重役会議で、

一、製(生)産費、経費節減ノ件

工場内月給ヲ日給ニ改定、休電及休日ヲ無給トス
但社用外勤ハ有給タルベシ

焼入賃借下ゲスルコト

一、動力ヲ他人ニ貸與スルコトヲ拒絶スルコト

一、販売ノ拡張増進ヲハカルコト

一、工場ノ監督ヲ厳ニスベク監督兼務ヲ置クコト

(「重役会議決議録、大正10年7月12日」)

と、諸経費の節減と販売強化などを決議している。

生産に精を出す一方で、品質の向上と新製品の開発にも努めた。壺万鐘製作(株)の前身梶山六名兄弟共愛本部の代表梶山万次郎は、大正7年に全国の目立組合から「壺万」印の鋸鑢の優劣性を認められ、日本一として表彰された。また、やすり界の発明王といわれた壺万鑢製作(株)の常務取締役・長島寅二(後に寅一と改名したという)が大正13年に「スピード吋(火の用心)鋸鑢」で新案特許を取った。続いて、昭和2年に「鑢」アサリ出し用溝付きで取得し、製品を販売した。同5年には「鑢扶持器」と「鑢補助具」で新案特許を受け、扶持器を売りだしている。長島寅二はほかに「鋸用擦込共柄鑢」や「特製ナイフ」など二十数種類の新案特許を取得した。このような努力が、仁方やすりの名声を高めていった。

両刃鋸用やすりのつぎつぎの新案特許は、思わぬ方向へ進展した。新潟・燕やすりの資料によると、昭和10年に燕やすりと仁方やすりの間で「両刃鑢訴訟」が起こったという。訴訟は燕側が勝訴したといわれているが、呉地裁にも新潟地裁にも記録は見つからなかった。

先の九州小倉郊外に完成させた圧延工場は、大正15年11月には小倉を引き上げ、仁方・大畠で万国鑢材料製作(株)として圧延を再開した。つづいて同年12月日本鑢材料工業(株)(通称日本ロール会社)が仁方・大東に設立される。万国鑢材料製作(株)は、戦後広島県鑢工業協同組合に引き継がれた。

手作業の機棟化・省力化は、生産量を向上させた一方で、作業環境も変えた。成形ロール圧延機と目立て機の導入によって、住み込んで製造技術を習う徒弟制度が崩壊した。やすり製造の中でも高度な技術を必要とする成形作業と目立て作業が機械化されれば、他の工程の技術習得は比較的たやすく、住み込んで習う必要がなくなった。

また、これらの機棟化が各工程での出来高のアンバランスも生んだ。手数のかかる「コミ成形」と「穂先成形」、それに最も苛酷な作業の「研磨・透(す)き加工」は一本、一本手作業で行うため、生産量があがらず、経営者を悩ませる工程であった。そこで、熟練工の中には会社経営者から仕事をもらう約束のもとに、独立して下請けになるものもでてきた。これは一本仕上げると幾らといったシステムで請け負わせる外注制であった。

戦前・戦中の状況

やすりといえば鋸の目立てに使用する刃やすりであったが、大正末期ごろから鉄工やすりや組やすりの生産も始められた。この背景には、呉海軍工廠の設置や機械・金属製造業などの工業の台頭があったものと思われる。呉海軍工廠内でやすりを作っていたという話もあるが、定かでない。工廠関係の書物に、やすり場、鑢職、鑢工と記されているものもあるが、やすりを製造していたのか、やすりを使用していたのかよく分からない。明確に製造を裏付ける記録もある。「大阪砲兵工廠衛生調査報告書他」には、折目立工場の鉄粉が衛生上問題であるとして調査した、と述べられている。鉄粉が問題になるほどやすりの生産は、盛んであったことが読み取れる。

大正後期から昭和初期までの生産量は220～260万本と推移するが、大戦前の軍拡期になると昭和9年の315万本、10年の391万本と飛躍的に増加する。昭和10年には海軍工廠の指定工場になる企業も出てきた。ちなみに、大正13年には極東鑢(やすり)合資会社は、呉海軍工廠の指定工場になり、製造高の約7割を納入した。

昭和17年には、50社・1300名と今までの最高を記録した。しかし、以後の経済統制の締め付けによって、18年10月には日本鑢統制組合広島支部のもと30社に整備統合された。戦時中の統制強化の

状況を、壺万鑪製作

(株)の営業報告書と決算報告書で見てみよう。

昭和14年・・・原材料の価格は依然奔騰の一途を辿り、加ふるに之が配給は益々統制を強化せられ、所要適合材料の入手難は深刻なるものあり。

昭和15年・・・国民の消費生活、物価等と、凡ゆる方面に掛ける統制は、強化の一途を辿るのみに至り、既に物価は停止以来玄に一ケ年、材料の入手に製品の販売に、愈々多岐多難となれり。

昭和18年9月・・・計画生産の移行、品種の査定等により、益々優劣品の要求を来し、一面、資材労力の統制強化と相まって、確固たる運営方針のなき限り、事業閉鎖のやむなき状態となれり。

昭和18年10月・・・時局の要請により、鑪製造業者の現物出資合併・吸収合併・又は買収合併等、国策に即応せしむべき協議が行われた。

(「改訂仁方郷土誌・下巻」)

既に、昭和14年にはやすり材料は入手困難になっており、18年には資材・労力の統制強化、そして計画生産、と非常時に向かう状況がよく分かる。

(株)ツボ万の山下元専務によると戦中のやすり業界は、次のようであったという。

「海軍工廠の指定工場になると材料の支給は保障されていた、とは言うものの指定工場であった壺万は、やすり材料の手配のために遠く名古屋の造兵廠まで出向き、雑多な鋼材の中からやすりに適した材料を探した。また、戦争末期になると、本土決戦に備えて海軍から刀の生産命令を受けた。刀作りは、最初は玉鋼を鍛えていたが、緊急時に間に合わないということで、圧延ロール機で刀の形状に成形し、仕上げの研磨は、海軍からもらった研磨機で行った。焼入れは油槽の上で、刀身の刃先を方スバーナーで急速加熱後、油中で急冷した。急揮えで50振りの刀を作り、呉鎮守府へ納めたが、ちょうどその日が終戦だった。」

戦後の状況

呉市中心部が爆撃を受けたにもかかわらず、仁方地区は戦災をまぬがれた。手島は、戦後の仁方やすりの状況を次のように記している。

終戦後、仁方やすり工業は戦災にあわなかったから、徴用工・応召兵の復帰と休止していた機械設備を稼働して、ただちに市場の需要に対応することができた。しかし、準備はできていたけれども、実際には、戦時中、陸海軍に納入したやすりの大量ストックが市場に放出されたために価格が暴落し、二年間はかなり苦しい状態がつづいた。もっとも、それは鉄工、組やすりであって、刃、両刃やすりは旧円封鎖までは一時的に各都市の間屋、ブローカーが仁方までわざわざ足をはこんで買いつけにきて、かなり活況を呈した。その後、二十四年の恐慌期にはやすり生産はかなり悪化したが、二十五年六月の朝鮮事件を契機として、戦後最大のブームを経験した。

(「仁方やすり工業の諸問題」・「経済季報」)

仁方のやすりメーカーは、増産に対応するため戦災を受けた東京、大阪などのやすりメーカーの機械を買い集めたという。増産体制が軌道に乗ったのは、仁方にやすり材料の圧延工場があったことが幸いした。昭和24年の、呉市のやすり製造業は好調で、市の金属製品製造業の中で優位にあった。工場数、従業員数については、昭和17年当時まで回復している。昭和23年度から27年度までのやすりの売上高は、23年度を100とした場合24年度は129、順に180、252、278と順調に推移した。

好調な状態を目立て機の設置台数でみると昭和25年12月末には刃やすり用205台、鉄工やすり用54台、両刃やすり用181台その他合計583台であったものが、同28年8月には、刃やすり用181台、鉄工やすり用184台、両刃やすり用208台、組やすり用208台、特殊やすり用1台の782台と増設された。鉄工や組やすり用の目立て機が増加したことは、機械・金属・鉄鋼などの重工業の需要に対応するためのものであった。需要に追いつくには、老朽化した設備や旧式の装置を更新しなければならなかった。53%の目立て機は使用年数15年以上の代物であり、焼なまし炉の50%は木炭炉を使用する旧式であった。また、一番重要な焼入れにも温度制御のできないコークス炉を採用していた。

広島県金工業協同組合

このような時期にやすり業界の諸問題を解決し、経済活動を円滑に促進する目的で広島県鑪工業協同組合（以後、県鑪工業協同組合）が結成された。事業としては次の7項目をあげている。

一、やすり製造に要する諸資材の共同購入

やすり材料の圧延、火造、仕上等の加工共同施設の経営並びに製品の共同検査

三、やすりの共同受注及び共同販売

四、組合員の経済的地位の向上のためにする団体協約の締結

五、組合員の事業に関する経営及び技術の改善向上又は組合事業に関する知識の普及を図るための教育及び情報の提供

六、組合員の委託による売掛金の回収

七、前各号の事業に付帯する事業（「広島県鑪工業協同組合定款・昭和25年決議、昭和26年改正」『広島県に掛ける炉工業の実態』）

県鑪工業協同組合が、万国鑪材料製作(株)からやすり材料の圧延を引き継いだことは述べたが、広島合同鑪、山陽伸鉄、川尻伸鋼の各社もやすり材料の圧延をしていた。

県鑪工業協同組合は、事業を円滑に遂行するために補助金事業によって各種機杼の開発と検査機器の設置を決議した。早速、県鑪工業協同組合は昭和24年呉市に誘致された県立呉工業試験場（以降、工業試験場）に、鍛造ロール機とやすり試験機の製作を依頼した。鍛造ロール機は、工業試験場が設計し、西日本重工業株式会社広島精機製作所が製作した。昭和25年発行の『広島県呉工業試験場報告No.1』には、その時の経緯を「従来銀の製造はベルトハンマーに依り1個宛型内にて槌打して製作して居るが、之は非能率的で且寸法が不均一となり甚しきは捻れたるものもあって、次の工程セン削工程に多大な困難を来して居る。吾々の設計せし鍛造ロール機は、回転せる上下ロールに取り付けられた孔型中を鑪が通過する事に依って迅速に均一製品を得るものである」と記している。このロール機はやすりの穂先部を成形するもので、ハンマーに比べ3倍以上の性能を持つものであった。

当時、やすりの切れ味評価は、検査員がテスト棒を削って判断する官能試験で行っていたが、官能試験では切れ味を数値化できないので、数値化できる試験機の開発が望まれていた。依頼された工業試験場では、京都大学の佐々木外喜雄教授が考案した設計図を基に島津製作所と共同で製作にあたった。昭和26年に試験機を完成させ、手始めにニコルソン製やすりと仁方やすりの比較試験を行った。

県鑪工業協同組合では、さらに試験・検査設備として材料の成分分析のできる分光分析装置、金属組織を観察する金属顕微鏡、焼入れ・焼なまし後の硬さを測定する硬度計を備えた。また、熱処理設備として焼なましを行う電気マuffle炉と電気加熱する焼入れ炉を新設した。

47年にはやすり団地（呉炉工場団地協同組合）へ進出し、やすり材料の圧延設備を新設した。近年は、やすり材料のほかに自動車関連の圧延材料も製造している。

産地診断

昭和20年代中頃から広島県と呉市は、「仁方地区における炉工業の総合的な振興を計るため、産地の構成、生産形態、経営状況、流通機構、労務状況、などを実地調査し、その実態を計数的に明らかにすることによって、産地の特質に応じた合理的な振興施策を樹てる指針としての基礎資料とするため

る」として工場診断や産地診断を行った。25年に実施した診断の報告書『工場診断書』は「現在工程に基づく改善着眼点」として、将来は、酸化・脱炭の起こらない光輝焼なましと、鉛を使用しない高周波焼入れなどの検討を勧告した。時を同じくして、工業試験場ではグライ粉使用の光輝焼なまし炉で両刃やすりの焼なましを行い、ほぼ満足する成果をあげている。高周波焼入れについては、後述しよう。

市況が好調に推移していた昭和35年には、生産性向上をめざして阪井・千葉大学教授と大阪府立産業能率研究所・道盛技師の診断を受けた。その報告書『産地診断勧告書・仁方銀の工場を見て(その一・二)』は、「鑪は現在安定期にある産業だといえる。しかし、生産のしかたは発生期のままで、安定期の生産のやりかたとは縁遠い」と指摘し、「経営の近代化、科学化、合理化を図り、品質管理を十分に行うこと」などをあげ、また「学童の工作の教科書に鑪を用いる工作の頁を何頁か設けることに成功すれば、ただそれだけで数億の売上げが得られるであろう」と新しい需要の創出についても言及している。昭和30年代中頃までの好調期を支えた要因を、通商産業省重工業局は技術の視点から「やすりの技術革新」として、16項目をあげた。その中から主だったものをあげてみた。

両刃、刃やすりの柄の鍛造工程を省略し、型抜きとした。

(コストダウンの効果大である。)

仕上げ工程に始ては、手作業を少くし、グラインダーの使用を多くして能率化し、又天然砥石使用の仕上げ機も人造砥石(バルク)の使用により合理化を図った。

特殊やすり(チェンソーやすり)の専用目立機を考案し、1人で2台操作が出来るよう自動化し、能率化を図った。

焼鈍および焼入炉が重油炉、電気炉となり温度計、自動装置の採用により能率および品質向上に効果をあげた。

目切用刃物に超硬工具を採用(一部やすり目立て採用)効果をあげた。

昭和37年の産業界を襲った不況で、やすり製造業は臨時措置法」に基づく指定業種となった。それに伴い、「中小企業業種別振興通産省はやすり製造業の実態調査を行った。以下はその『報告書』による。鉄工やすりはほぼ順調に伸びているが、鋸用やすり(両刃と刃やすり)は横這いである。その他のやすり(組やすりなど)の伸びは、特異である。組やすりは6~12本を1セットとして販売するため、生産本数が伸びたものと思われる。輸出関連では、33年になると輸出が国内需要を上まわる伸びを示し、生産量を支えていることが分かる。アメリカ向けの学童用やすりセットが順調な38年9月には、やすり業界は先進地アメリカへの経営視察団を派遣した。

昭和45~46年には、円切り上げによる不況が襲ってきた。48年4月、県では、円変動相場制移行に伴い大きな影響を受けることが懸念されるやすり製造業を対象に「やすり製造業緊急産地診断」を行った。勧告は、「当産地の現状は、需要の頭打ち、低生産性、労働力の不足、公害規制の強化など極めて深刻であり、今後発展途上国の低価格製品との競争や国際通貨不安の影響などを考えると明るい材料は少ない」と現状を説き、命題は次の二点に要約できるとした。一点は「早急に生産設備の機械化を図り、コストの低減と省力化を図らなければならない」、他の一点は「やすりのライフサイクルの延命策を図り、将来の発展を期すために、新しい用途の開発を軸にしたマーケティングを強力に推進することである」。

昭和48年10月の第一次石油ショックと54年4月の第二次石油ショックにより、産業界は不況に陥りやすり業界も低迷した054年7月には、円高など最近における経済的事情の著しい変化によって疲弊している産地の活力を向上させるため「産地中小企業対策臨時措置法」が施行された。やすり製造業も綿・スフ織物業とともに8月に産地の指定を受けた。指定に伴って、県は実態調査の実施と今後の方向づけになる振興ビジョンを策定した。

実態を次のように報告した099社の70%が個人経営であり、99社の内従業員51名以上は7社、5名以下は47社0全従業員1,232名の31%が目立て工、7%が仕上げ工、そして鍛造工と焼入れ工は3%。男性と女性の割合は54村460男性は全ての職種を受け持つが、女性は仕上げ、鍛造、焼入れ部門以外を受け持っている。平均年令は46歳。鉄工、組、両刃・刃やすりが中心で生産数量でも、出荷額でも80%以上を占めている。品質についての市場評価は、総じて中級品。生産動向を出荷ベースで見ると、49年と53年を比べた場合、53年は本数で500万本の減少、金額で2億円の減額となっている。これは石油ショックによる景気の落ち込みもあるが、台頭する競合製品の影響が大きい。以上のように現状を分析したうえで、「産地としての今後とるべき施策」として

産地の構造的拡大のための多角化

マーケティング活動の強化

流通システムの改善

新製品開発と技術革新の推進

人材確保と能力育成の推進・強化

をあげ、振興ビジョンとした。振興ビジョンを受けて、広島地区炉工業組合では産地中小企業対策臨時措置法の鋭走に基づく振興計画を作成した。振興事業は「新商品又は新技術の研究開発に関する事業」と「人材の養成に関する事業」を55年度から5年間行うことにした。初年度は次年度からの研究開発のための調査と実験研究を実施した。56年から59年度までは「やすりの自動研磨装置の研究開発」、「やすりの目立て工程における自動供給装置の研究開発」、「やすり鍛造成形機の研究開発」、「やすりの高周波焼入装置の研究開発」として、装置の試作を行い各種の実験を実施した。

60年5月14日付けのF日本経済新報は、「やすりの効率生産に成功・焼き入れを自動化」という見出しで「やすり製造を省力化する高周波焼き入れ装置の開発に成功した。生産効率が従来の方法の3倍に向上するほか、製品の品質均一化が図られた。また、熟練技術が不要であり、鉛を使わないため作業環境が改善するなどのメリットがある」と報じた。

先の昭和25年の工場診断の勧告「鉛を使用しない高周波焼入れを検討すること」は、実に30数年後に実現し、現在はチェンソーやすりの焼入れに使用されている。

やすり田地

各自の家を中心に発展したやすり工場は、一般民家と軒を連ねていた。隣接住民は目立て機械の出す「カンカンカン・・・」という鋼を叩く音や、目と鼻を刺す硫酸の異臭にじっと耐えていた。公害防止が叫ばれだし、昭和41年から呉市土地開発公社によって仁方湾を埋め立てして、やすり団地の造成が始まった。やすり業界は47年に呉鋸工場団地協同組合・26社が、55年に協同組合広島鋸団地・24社が進出し、共同の排水処理施設などを設置した。工場団地に進出しなかった工場も、製造工程を改善するなどして公害防止に努めた。

新しい動き

ここで、過去数年の仁方やすり業界の実情を見てみよう。景況は先細りで、決して明るくない。このような市況を背景にして、「何かをやらなければ」という思いが、形として現われた。「新しい仁方やすりの動き」ととらえることもでき、それは、「やすり＝やすり企業」の公式が通用しなくなったことに見られる。とはいうものの、ほとんどの企業はやすりに依存しているが、大手の中には早い時期から事業の多角化に乗り出した。精鋭な企業はさらに「脱やすり」まで推し進めた。

事業の多角化の一つとして、機械工具類の卸販売がある。壺万鑢製作(株)(現在、株・ツボ万)は、老舗・壺万の販路で昭和25年から工具の卸販売を始め、現在では主要な一部門になっている。ほかに、機械工具類の卸販売部門を持つ企業は数社ある。(株)オリエントは余暇時代に対応して、フランス製のスキー板の販売開始と産業用やすりから一般消費者向けやすりへと転換した。やすりは、DIY(家庭工作用)やスキー板のエッジ磨きなどハンドクラフト用を指向している。

やすり以外の製品としては、砥石がある。(株)壺山口ヤスリ製作所(株・ヤマグチ)は昭和34年から生産を始め、40年には砥石製造部門を分離独立させて、呉・レジノイド(株)を興した。(有)壺若炉製作所も、レジノイド砥石を製造販売している。

脱やすり企業として名を成しているのが、(株)呉英製作所であろう。同社は大正8年に鋸用刃やすりの製造から出発し、昭和34年に呉英レジノイド製造所を設立して砥石の製造を始めた。47年には、いち早くダイヤモンド工具部門に進出し、50年にはやすり部門から完全撤退した。その後、今日に至るまでダイヤモンド製品をつぎつぎと開発している。56年2月18日の『日経産業新聞』に「業種転換ができるかどうかは頭で考えるか、実行するかの違い。金をかけ、汗を流す決意さえあればやっでできないことはない」と功成った社長のコメントが報じられている。

56年には先の(株)ツボ万が、58年には(株)ヤマグチがダイヤモンド工具の製造販売を始めた。62年になると、広島地区炉工業組合傘下の13社が県の特定地域中小企業新分野進出事業補助金を受けて、ダイヤモンド工具開発のための研究を始めた。後発メーカーになるため、先発メーカーにない特徴をどのように出すかにかかっている。

参考文献など

- ・仁方郷土史会編：改訂仁方郷土誌・下巻、1983年
- ・呉市史編さん委員会：呉市史第4、第6、第7巻、1976年、1988年、1993年
- ・広島県立産業労働科学研究所：広島県に放ける炉工業の実態、1952年
- ・手島正毅：仁方ヤスリ工業の諸問題・経済季報、1953年
- ・商人買物独案内、1820年、1824年
- ・大阪商工銘家集、1846年
- ・大阪府工業概覧、1905年
- ・大阪府全管工業一覽、1924年
- ・内国勸業博覧会出品目録初編2、1881年
- ・師井始菟彦：仁方のヤスリ工業・芸備地方史研究 NG25・26、1958年
- ・壺万銀製作株式会社：重役会議決議録、1921年
- ・石田清編：燕市工業一覽表、1961年
- ・実用新案特許公告第11848号 1928年
- ・実用新案特許公告第7569号、1931年
- ・実用新案特許公告第913号、1931年
- ・壺万銀製作株式会社カタログ、昭和初期
- ・橋本寿一：長崎製鉄所、中央公論社、1992年
- ・久保在久編：大阪砲兵工廠衛生調査報告書他、日本経済評論社、1987
- ・越智剛二郎：広島辟誌、自治調査会、1932年
- ・山下隆之氏教示による
- ・豊永信夫ほか：広島県呉工業試験場報告 NG1、NG2、NG3、1950年、1952年、1953年
- ・通商産業省工業局：ヤスリ製造業実態調査報告書、1962年
- ・阪井英人：仁方鏡の工場を見て(その一) 呉市産業部、1960年
- ・道盛恵之助：仁方鏡の工場を見て(その二) 呉市産業部、1960年
- ・広島県：やすり製造業産地中小企業板輿ビジョン、1979年
- ・広島地区鍍工業組合：振興計画書、1980年
- ・広島地区炉工業組合：調査研究報告書、1979年
- ・日本経済新聞、1985年5月14日
- ・呉英製作所・ツボ万・ヤマグチ各社の会社概要書
- ・日経産業新聞、1981年2月18日
- ・中国新聞、1985年12月4日
- ・中国新聞、1990年11月14日
- ・中国新聞、1991年7月21日
- ・広島地区炉工業組合教示による
- ・中国新聞、1993年10月17日
- ・中国新聞、1993年11月2日