

# HITACHI METALS



## YSS 高級冷間ダイス鋼 SLD

### 5. 熱処理要領

いかに良質の鋼でも性能は熱処理の適・不適によって非常に影響を受けますから、製品の大きさ、形状、要求される性質、使用する炉の種類などあらゆる諸条件を考慮して熱処理を行なうことが大切です。

加熱色	摂氏(°C)		
輝白色	1300	輝赤色	850
黄白色	1200	輝櫻赤色	800
輝黄色	1100	櫻赤色	750
黄色	1000	暗櫻赤色	700
輝黄赤色	950	暗赤色	650
明輝赤色	900	暗帯赤色	600



# 5 熱処理要領

いかに良質の鋼でも性能は熱処理の適・不適によって非常に影響を受けますから、製品の大きさ、形状、要求される性質、使用する炉の種類などあらゆる諸条件を考慮して熱処理を行なうことが大切であります。

## 5 / 1 焼入作業

### 焼入温度の選び方

工具は製品として可能な範囲で、なるべく低温で焼入れするのが理想であります。

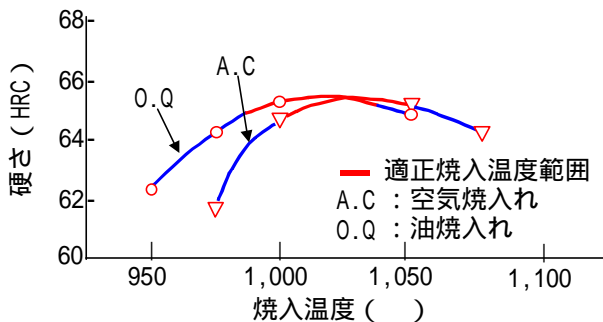
これは焼入温度が高くなるほど鋼の結晶粒が大きくなり、ねばり強さを失うことともう一つは鋼中の炭素が空気中の酸素と化合する結果、しだいにその表面の炭素量が少なくなりいわゆる脱炭を生ずる危険があるからです。

したがって、工具の大きさ、形状によって加熱中の変形、温度むら、脱炭などが生じないよう温度、保持時間を正しく管理して熱処理を行なってください。

第 13 表に S L D の適正焼入温度範囲を第 19 図に焼入温度と硬さの関係を示します。表中の焼入温度をはずれると耐摩耗性のすぐれた S L D の特長が失われ、焼入温度が低過ぎる場合には工具のヘタリ、早期摩耗が生じやすく、逆に高過ぎる場合には欠けや割れが生じやすくなりますので十分注意してください。

第 13 表 S L D の適正焼入温度範囲 ( )

空気焼入れ	油焼入れ
1000 ~ 1050	980 ~ 1030



第 19 図 S L D の焼入温度と硬さの関係

用途、要求される性質によって表中の温度範囲より適正焼入温度を選びますが、一般の選び方について参考例を紹介します。

S L D の空気焼入れの場合、複雑な形状工具、じん性を要求される工具、熱処理変形を嫌う工具は 1000 ~ 1020 の低目の温度を採用し、耐摩耗性を特に重視する工具では 1030 ~ 1050 の高目の温度を選びます。油焼入れの場合も同様な要領で焼入温度を設定いたします。

参考までに S L D を 900 、 1000 、 1100 の低温、適温、高温で焼入れした場合のミクロ組織の状況を第 20 図に示します。



焼入不足 (低温)

900 焼入



適 正

1000 焼入



過 熱 (高温)

1100 焼入

第 20 図 S L D の焼入温度とミクロ組織の関係 ( × 400 )

900 焼入れの場合、未溶解炭化物が非常に多く、1100 では結晶粒が粗大化し適正の 1000 焼入れに比べ非常に破面の粒子が粗く、ねばり強さが少なくなっていることを物語っております。

### 焼入加熱保持時間の決め方

加熱保持時間が長くなり過ぎると表面脱炭を生じやすく、製品としての性能を損ないますので保持時間を正しく守ってください。

保持時間の決め方は、現場的標準として鋼材になるべく接近しておいた熱電対の指示温度が目的の温度に達してから、鋼材を炉から取出すまでの時間で第 14 表に標準加熱保持時間例を示します。

特殊な肉厚不同のものは、部分加熱もしくは肉薄部に鉄板覆いなどを施し、加熱保持時間を正しく守ってください。

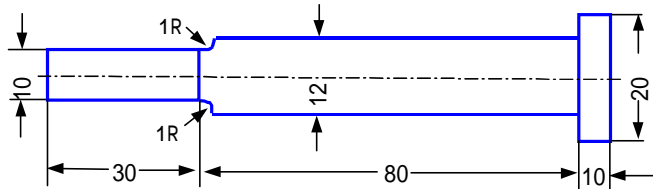
第 14 表 加熱保持時間の例 (ソルトバス、電気炉)

肉厚	15	25	50	75	100	125	150	200	300
保持時間 (min)	15	25	40	50	60	65	70	80	100

(注) ソルトバスは必ず予熱を行なうことを前提とし、浸漬時間 = 保持時間とする。上記値を基準とし、予熱方法および形状用途等により決定してください。

<例>

第 21 図に示すパンチを熱処理する場合、パンチの寿命は先端でありますので 10mm を基準にとって第 14 表より保持時間を計算いたします。



第 21 図 パンチの熱処理例

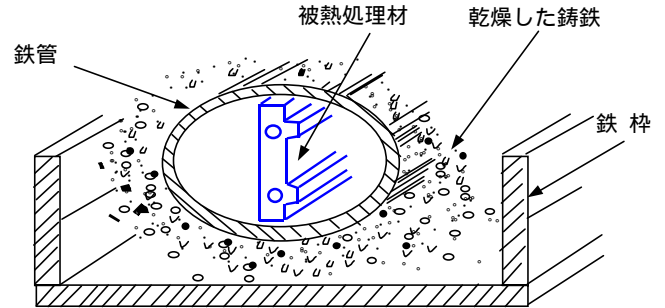
### 加熱における酸化、脱炭の防止法

酸化、脱炭は焼入温度が高く、保持時間が長い程生じやすくなりますので、第 13 表、第 14 表の標準温度、標準時間を正しく守る必要がありますが、次の操作により酸化、脱炭を防止することができます。

焼入加熱には無酸化雰囲気炉またはソルトバスによる方法が最も好適であります。

重油炉や電気炉、コークス火床などを用いる場合には第 22 図に示すように、古い鉄管や鉄箱を利用してマッフル型にして、その中に乾燥した鑄鉄切粉を充填すると脱炭の防止に効果があります。

ソルトバス加熱でもソルトが劣化しますと激しく脱炭がおこりますので、定期的に鋼箔テストによって正しく管理してください。

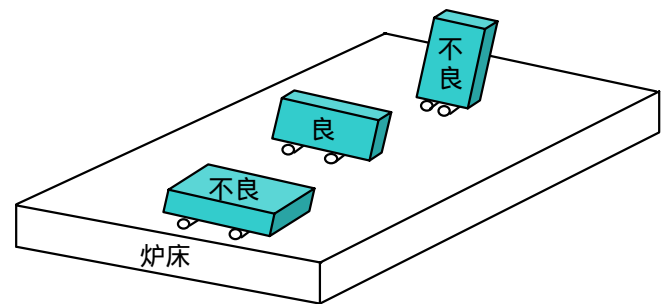


第 22 図 酸化脱炭防止加熱の例

### 炉への熱処理材の装入方法

炉内に熱処理材を装入するときは炉の温度は 300 以下とし、加熱の際、自重によるたわみは炉内への装入のしかたによって決まりなすから、熱処理材の重心をよく考えて装入してください。

第 23 図に雰囲気炉、重油炉使用の際の型材装入方法について例を示します。



第 23 図 炉への型材装入方法の例

装入方法不良の場合、焼きむら熱処理変形の原因となりますので注意してください。

ソルトバス使用の際は焼入冷却操作と同様第 26 図の要領で装入してください。

## 焼入操作

熱処理温度管理上、

- 測温部と品物が接近していること
- 温度計、熱電対の補正を定期的に行なう
- 熱電対の冷接点補正を忘れないこと
- 炉内の温度分布をあらかじめ測定しておくこと

が必要です。

また、加熱の要点は

熱処理材内外の温度差が少なくなるように加熱する。

とくに熱応力に最も敏感な 550 までは、徐々に温度を上げるように注意する。

体積変化の激しい変態点直前では必ず熱処理材の内外の温度差をなくすため、十分に均一温度に保持すること。

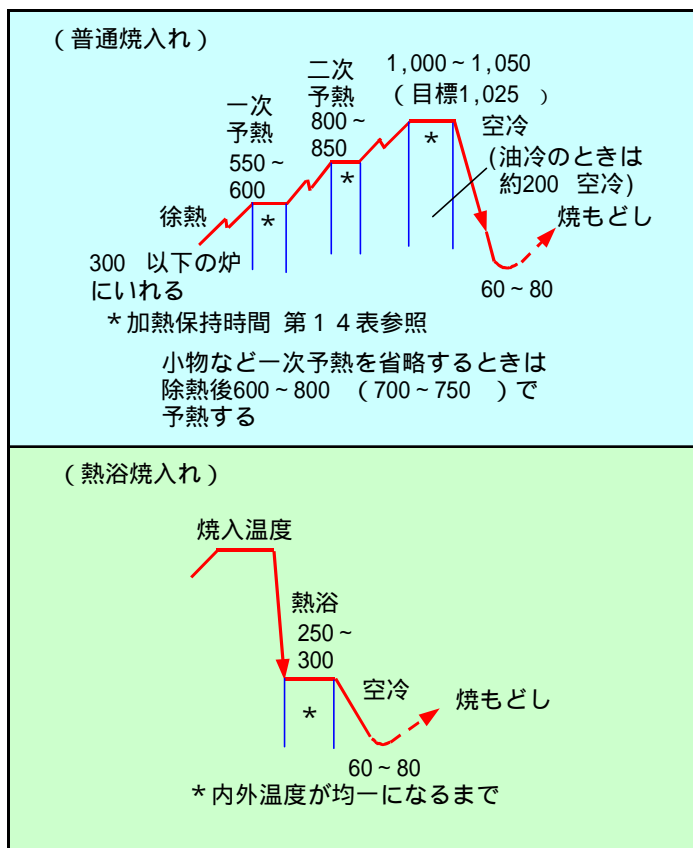
変態区間を静かに通過させる。

ことです。

S L D は非常に焼入性が良い鋼ですから、加熱温度と保持時間が適正であれば、空冷で 90mm 、油冷で 400mm までは中心部まで均一に十分焼きが入ります。

一般的な加熱方法としては、ソルト或は鉛などの熱浴加熱方法か箱づめ加熱法を採用して脱炭や酸化を防止してください。

第 24 図に S L D の焼入要領を示します。



第 24 図 S L D の普通焼入れと熱浴焼入れ要領

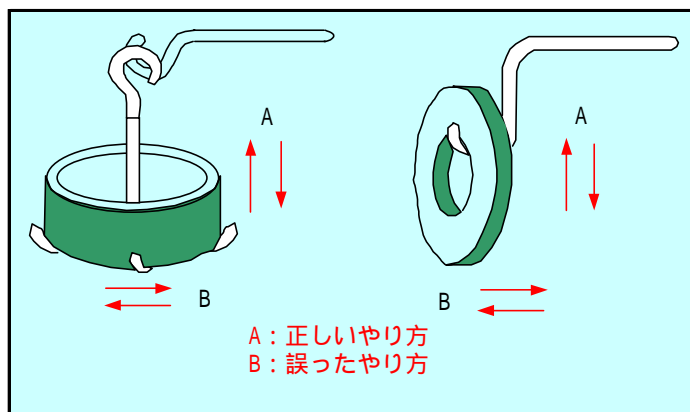
前述のように S L D は焼入性の良い鋼ですが寸法が大きなものでは油焼入れを採用します。この際の割れやひずみ防止とか、空気焼入れのときのスケールの発生を防止するため熱浴焼入れをすることがあります。

熱浴焼入れは普通焼入れ法に比べ、じん性は高くなりますが、品物が大きいと若干焼入れ硬さが低くなる傾向がありますので (0.5~1.0HRC 程度) 注意してください。

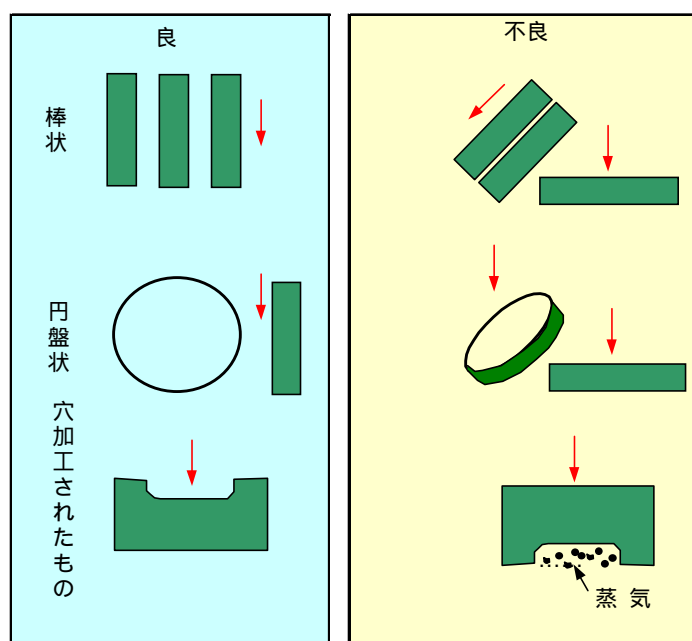
焼もどしは、焼入れ後すぐに (材料温度は 60~80 ) 実施するよう心掛けてください。

## 焼入冷却方法

冷却方法が悪い場合、曲り、変形、硬さむらの原因となりますので、第 25 図および第 26 図に示す要領を正しく守って冷却してください。



第 25 図 焼入冷却の品物の動かし方



第 26 図 焼入液への入れ方

## 焼入れの際におこる主な欠陥とその対策

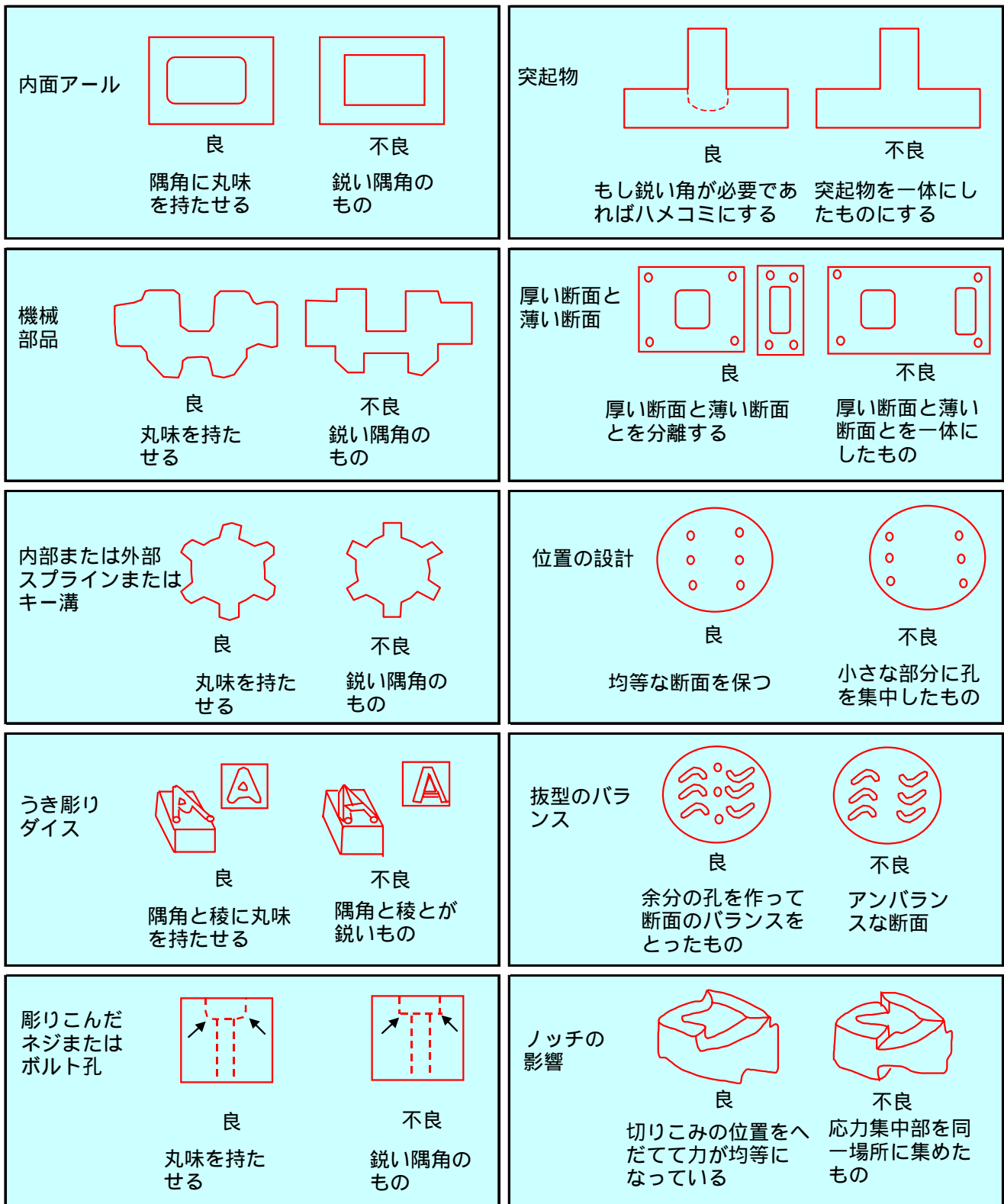
15表に焼入れの際におこる主な欠陥とその対策例を紹介いたします。目標の焼入れかたさが得られず、再焼入れする場合は必ず第18図に示す要領で焼なましえお実施してから行なってください。

第15表 焼入れの際に起こる主な欠陥とその対策

	原因	発生の時期と場所	防止対策
焼割れ	水または油の中で冷やしきった。 焼入のまま焼もどしをしなかった。	冷たくなってやれやれと思ったとき肉厚不同の部分や隅角などにでる。 冷えきったとき材料の偏析部にみられる。	引上げを約200にしてあとはゆっくり冷やしマルクエンチの採用。 仮もどしでもよいから必ず行い焼入れのまま放置しない。 シャープコーナーや肉厚不同の部分には当て金、針金または断熱材を用いる。
	脱炭	脱炭層と心部のマルテンサイト変態の膨張差により脱炭層から割れが発展し、心部に及ぶ。	材取りの際材料の皮むきを均一に行なう。
	焼なましをせずに焼入れを繰り返した。	焼入れの翌日などにみられることがある。	再焼入れするときは必ず焼入れ前に焼なましをする。
焼曲り・ひずみ	温度の不均一による熱ひずみと組織変化による変態ひずみの合成結果。	冷却中またはその直後、即ちマルテンサイト変態中に曲る。	均一な加熱と冷却が根本対策であるが、肉厚の不同のところには支えなどの補助具をつける。 引上げ直後あついうちに曲りの矯正をする。焼もどしてからは手直しが難しい。
焼きむら	加熱時に生じた脱炭が残っている。	とがった角や平坦の表面の硬さが特に低い。	酸化や脱炭のおこらないような加熱の方法に改める。
	焼入れ温度の不均一	表面硬さにむらが出る。	加熱方法を均一にする。加熱時間が短いコークスなどでは局部加熱とならないように特に徐熱する。
	材取りが不均一で、素材の脱炭層が残っている。	表面硬さにむらが出る。	素材を切削する際に各面均等に削る。

## 焼割れ低減のための設計上の注意

第 27 図に工具の熱処理による割れを低減するための設計上の注意点を紹介します。



第 27 図 工具の熱処理による割れ低減のための設計上の注意

## 加熱色と加熱温度

第 28 図に加熱色と加熱温度の関係を示します。



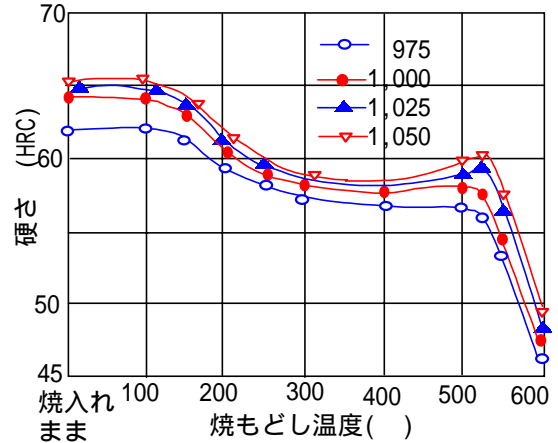
第 28 図 加熱色と加熱温度の関係

## 5 / 2 焼もどし作業

### 焼もどし要領

焼もどし作業は焼入れ作業と同様に重要な作業で特に焼もどしの良否は工具の寿命を左右しますから慎重に行なってください。焼もどしは焼割れ、熱処理ひずみを防止するために焼入れ後 60~80 の温度になったらすぐに実施してください。

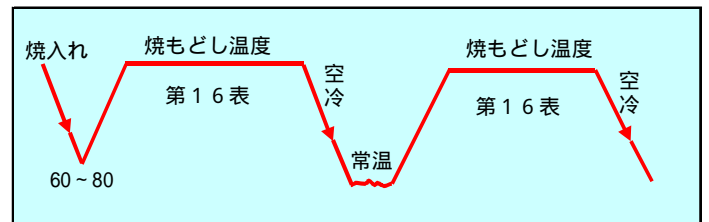
第 29 図に SLD の焼もどし硬さ曲線を示します。



第 29 図 SLD の焼もどし硬さ曲線

一般に耐摩耗性を重視するときには 150~200 (60~63HRC)、耐摩耗性とじん性を併せ必要とする場合は 200~250 (57~60HRC)、特にじん性を重視する場合は 500 以上 (57HRC 以下) の高温焼もどしを採用します。300~400 で焼もどしすると比較的もろくなりますので注意してください。

SLD の焼もどし要領を第 30 図に示します。



第 30 図 SLD の焼もどし要領

焼もどしにともなう材質の特性については 7. 基礎資料の項で紹介いたします。

### 第 16 表 焼もどし保持時間の例

焼もどし保持時間 T、ただし 500 以上の焼もどしの場合

肉厚mm	25	26 ~ 35	36 ~ 64	65 ~ 84	85 ~ 124	125 ~ 174	175 ~ 249	250 ~ 349	350 ~ 499
焼もどし保持時間 hr	1	1.5	2	3	4	5	6	7	8

(注) 焼もどし温度 250~500 の場合 T x 1.5、250 以下の場合 T x 2 の保持時間

## 繰返し焼もどしの重要性

焼もどしは工具としてのじん性と耐摩耗性を向上させるため必ず2回以上行なってください。

焼もどし方法としては、目標硬さに応じた温度で第1回の焼もどしを行ない、硬さ測定を行います。第1回の焼もどしで目標硬さより高い場合は2回目の焼もどし温度をさらに高くし、1回目で目標硬さが得られた場合は10～20 低目の温度で2回目の焼もどしをおこないます。同様な方法を繰返して目標硬さになるよう焼もどしを行います。

このように繰返し焼もどしを行なうのは残留オーステナイトを分解するためです。これは焼入れを行なうとマルテンサイトの針状晶の粒界に残留オーステナイトが残り第1回焼もどしを行なうと、焼もどし温度保持中に残留オーステナイト中に炭化物が析出し、平衡状態を崩します。これによって冷却過程中に残留オーステナイトはマルテンサイトとなります。マルテンサイトの組織はもろいですから、この第1回焼もどしで生じたマルテンサイトを確実に焼もどしておく必要があります。1回の焼もどしだけでは残留オーステナイトを全部分解できないので、2～3回繰返して組織を安定化させなければなりません。

### [ 焼もどし後寸法 ( ) を生じたら? ]

焼入れ焼もどし後製品の寸法が ( ) になる事故例をよく見受けます。これは残留オーステナイトが多量に存在するため500 付近で焼もどしすることによって問題は解決できます。

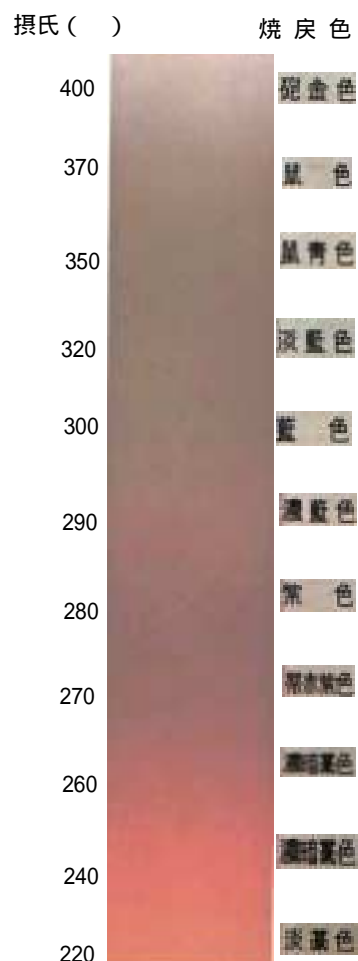
## 現場作業における焼もどし温度の見方

測温はできるだけ温度計を用いますが、現場で大体の見当をつける場合は第17表および第31図を利用してください。

第17表 鋼の焼もどし温度判定法の一例

温度 ( )	状 況
120	水を少量ふりかけると泡を生じて蒸発
130	水を少量ふりかけると泡を認めない位早く蒸発
140	水を少量ふりかけると一層急に蒸発
150	水を少量ふりかけると水球は生じないが直ちに蒸発
160	水を少量ふりかけると少し水球は生じて蒸発
170	水を少量ふりかけると水球増加
180	水を少量ふりかけると水球多く飛散
190	水を少量ふりかけると大部分水球となる
200	水を少量ふりかけると全部水球となり躍る
250	水を少量ふりかけると水球飛び上り激しく躍る
270	マッチ点火
400～450	木片褐色に焦げる
500～550	木炭火花が出る
580～600	木炭燃える
600 以上	火色で判断できる

研磨した鋼の表面に顕われる色で焼戻色は短時間のみ適応する



第31図 焼もどし色と温度の関係



お問い合わせ、詳細な資料のご請求は下記の担当者へ  
〒105-8614 東京都港区芝浦一丁目2番1号 シーバンスN館  
TEL 03-5765-4410 特殊鋼カンパニー

この資料に記載の特性値は代表的なデータであり、実際の製品で得られる特性値とは異なることがありますのでご注意ください



Hitachi Metals, Ltd.