

高級鋼ほど適切な熱処理を - 熱処理で性質が変わる -

キーワード：金型、冷間金型用鋼、二次硬化、炭化物

はじめに

以前、熱間の鍛造業者からこんな話を聞いたことがあります。“どうせ熱いものを型に入れて加工するんやから、金型自身も加熱され自然と焼きが入ると違う。熱処理なんか要らんで、”この話、なんか納得する所もあるように思えますが、みなさん如何なものでしょうか。確かに型表面は加熱された材料が接すると高温となり、しかも加工時の材料の変形熱と摩擦熱でより温度が上がります。その後、成形品を取り除けば金型は空冷され焼きが入ります。ただし、これではたとえ焼きが入っても表面だけが硬化するだけで、お菓子で言えば「きんつば」の状態、金型内部の強度不足のため割れや変形の恐れがあります。また、再使用時に再焼入れを繰り返すこととなり推奨できません。

以上は熱間金型用鋼の話ですが、一般に鋼は、その特性を最大限に発揮させるために焼入焼戻しを施して使用します。当然、高級鋼の冷間金型用鋼・高速度工具鋼等も焼入焼戻しを行って用います。冷間金型用鋼などで高硬度を必要とする使用条件では低温焼戻しを行います。近年、冷間金型用鋼でもイオン窒化等、表面硬化処理を考慮して高温焼戻しを施すことも多く見受けられます。

ここでは、当所で行った「冷間金型用鋼の焼戻し温度の影響について」の実例を、顕微鏡組織写真を含め紹介します。また、工具鋼の最近の研究についてもふれます。

焼戻しによる硬さと組織

実験に使用した鋼種は、ねじ転造ダイス、抜型、成形ロール、プレス型などに多く使われる冷間金型用鋼の SKD11 で、化学組成を表 1 に示します。また、図 1 は焼入れ条件と

供試材	化学組成 (wt.%)							
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V
SKD11	1.51	0.32	0.72	.025	.008	11.3	0.84	0.22

表 1 供試材の化学組成

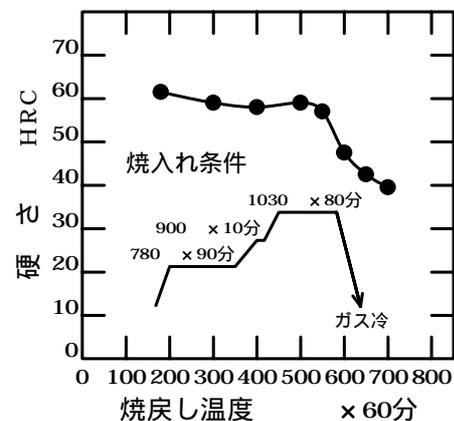


図 1 焼戻し硬さ曲線

焼戻し硬さ線図で、各焼戻し温度で 60 分間保持後、空冷した時の硬さを示しています。

焼戻し温度 500 で硬さの増加がわずかに現れています。この現象は二次硬化と称するもので、焼入加熱時に C、Cr、Mo、V 等が過飽和に固溶した素地から、焼戻しで析出した複合炭化物の分散強化と素地に発生する内部ひずみによるものです。また、二次硬化に付随して残留オーステナイトの分解も起ります。強度と硬さを維持するためには、焼戻し温度は二次硬化のピークよりやや高めに設定する必要があります。特に、SKD11 に関しては 500 ~ 530 の高温焼戻しがよく採用されています。これは低温焼戻しが硬さ主体の耐摩耗性重視の考え方に基づくのに対し、高温焼戻しでは残留応力の低減による破損防止に効果が認められるからです。実例として放電加

工(EDM ,WEDM)の割れ防止、成形ロール内径のキー溝からの割れ防止に適用されています。

図2に各焼戻し温度での組織を示します。焼戻し温度 500 付近から析出物が現れます。試料は熱間圧延で製造された鋼材のため、どの焼戻し温度でも白色塊状の炭化物が帯状に方向性を持った組織を呈していて、熱処理ではその方向性は改善できないことが判ります。また、焼戻し後の変形率¹⁾が材料採取方向により異なりますので、金型に加工する場合は鋼材の方向性を考慮して作製する必要があります。現在、無方向性に近い鋼材も市販されています。

代わりに

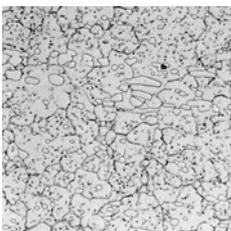
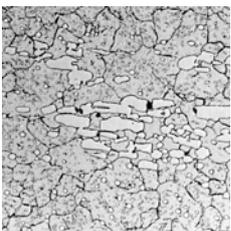
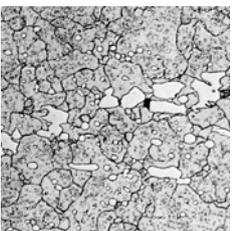
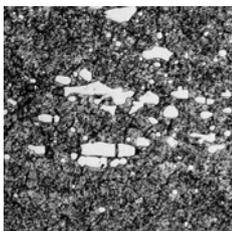
金型用鋼材の今後の課題は、微細精密金型用として使用できるか否かにあります。特に、結晶粒の大きさが問題となり、焼戻し後の炭化物の微細化と高温焼戻し時の強度や靱性の向上が望まれます。

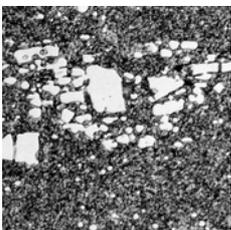
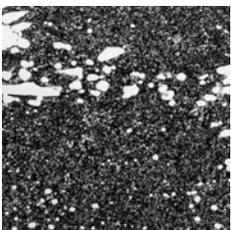
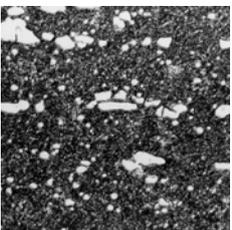
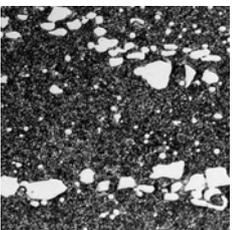
現在、NEDOではナノメタル技術プロジェクトの実用金属材料工具鋼分野において、ナノ領域金属材料組織制御技術による熱間金型用鋼の研究が行われています。

参考文献

1)日本鉄鋼協会編,鋼の熱処理,改訂5版 p471

熱 処 理 条 件

焼戻し温度 ×60分 空冷			
180	300	400	500
			

焼戻し温度 ×60分 空冷			
550	600	650	700
			

50 μm

図2 焼戻し後の顕微鏡組織写真