

## (86) W-Cr 系不収縮工具鋼の研究

(Mn 及び C の影響について)

(Influence of Mn and C on the Properties of W-Cr Non-deforming Tool Steel)

Kunio Kusaka, Lecturer, et alius.

特殊製鋼KK 工 山 中 直 道

工〇日 下 邦 男

## I. 緒 言

特殊工具鋼第2種は油焼入不収縮工具鋼として使用範囲がきわめて大きく、小はタップ類より大はネジローラに及び用途によつて硬化能の調節をはかることが必要である。新 JIS 規格に於いても Mn の上限が 0.5% から 0.8% に改正されたが、この Mn が焼入変形率、硬化能等に如何なる影響を及ぼすかを調べるために吾々は C 1.05%, W 1.2%, Cr 0.75% 及び C 0.95%, W 1.2%, Cr 1% を夫々基本成分として Mn を種々に添加して実験を行い又 C 量を変化させてその影響をも調査した。供試材は Table 1 に示す如き成分のもので 35 KVA 高周波誘導炉で 7kg 鋼塊を熔製し之を 16φ に圧延して使用した。

## II. 実 験 結 果

本多式熱膨脹計で変態点を測定せる結果は Table 1 の如くで Ac 点は Mn 添加により低下の傾向を示す。

Table 1 Chemical composition of steels tested.

Steel No.	Chemical composition (%)							Ac (°C)	Ar (°C)
	C	Si	Mn	P	S	Cr	W		
WB—2	1.01	0.28	0.40	0.016	0.019	0.69	1.20	745~805	700~660
—3	1.06	0.31	0.61	0.014	0.020	0.76	1.21	740~800	710~670
—4	1.04	0.28	0.79	0.018	0.019	0.78	1.23	740~800	705~665
—5	1.02	0.31	1.03	0.016	0.019	0.77	1.22	740~790	700~650
—6	1.03	0.34	1.23	0.013	0.020	0.79	1.19	735~785	705~660
—7	1.03	0.33	1.40	0.014	0.018	0.79	1.21	725~780	695~645
—8	0.94	0.29	0.41	0.014	0.019	1.07	1.24	740~795	730~680
—9	0.91	0.33	0.63	0.019	0.015	1.03	1.21	735~795	715~680
—10	0.92	0.34	0.84	0.014	0.017	1.02	1.17	730~785	715~670
—11	0.96	0.34	1.05	0.014	0.019	1.05	1.16	730~780	705~665
—12	0.95	0.34	1.25	0.014	0.018	1.05	1.17	730~780	705~655
—13	0.96	0.34	1.46	0.019	0.018	1.05	1.16	725~780	700~650
—21	0.99	0.28	0.38	0.012	0.017	0.75	1.16	750~795	710~675
—22	1.07	0.29	0.40	0.011	0.015	0.76	1.18	745~805	720~685
—23	1.08	0.28	0.38	0.011	0.013	0.75	1.19	745~795	720~680
—25	1.12	0.28	0.38	0.010	0.018	0.75	1.27	745~795	725~685
—26	1.21	0.27	0.39	0.010	0.016	0.75	1.27	740~795	725~690
—27	0.83	0.28	1.04	0.012	0.016	1.04	1.21	735~795	700~630
—28	0.94	0.29	1.06	0.011	0.015	1.04	1.25	730~800	700~650
—29	1.01	0.27	1.01	0.012	0.014	1.07	1.22	735~795	710~655
—30	1.05	0.27	1.01	0.012	0.012	1.11	1.24	740~795	690~645
—31	1.07	0.29	1.00	0.014	0.012	1.05	1.21	740~800	700~650

900°C 空冷の場合 Cr 0.75% 系に於いては Mn 0.4% で 440°C に Ar' 変態を生ずるが Mn の増加につれて Ar' は低下し Mn 1% 以上では Ar'' 変態をも一部生ずる。Cr 1% 系に於いては Mn 0.6% より Ar'' 変態を生じ Mn の増加につれて Ar' 変態量は減少し Mn 1.46% では Ar'' 変態のみを示す。

## (1) ジョミニー硬化能及び恒温変態試験

試料熔製の際同時に採取したジョミニー鑄造試片を焼鈍後 840°C より一端水冷して硬化能を比較したが Mn 添加によつて硬化能は著しく向上し、C 量の増加により若干硬化能が低下する。次に小試片を 820°C に 20mn 加熱後 500°C, 600°C で恒温変態を行わせ硬度、組織より変態開始までの時間を求めたが、Mn 添加により何れも変態開始線は長時間側にずれる。Fig. 1 は作成した恒温変態曲線の一例を示すものである。

## (2) 焼入硬度及びサブゼロ処理

小試片を 740~980°C より油冷して硬度を測定し又 820°C 油冷, -75°C×4h のサブゼロ処理 (ドライアイス+アセトン) を行い硬度変化をみた。油冷最高硬度は Mn の低い場合は 820~840°C で得られるが Mn の多くなるにつれてやゝ低目に移動する。820°C 油冷硬度は Mn の多くなるにつれて低下し C の影響は 1% Cr 系に於いてやや顕著で C 量の多くなるにつれて硬度は上昇する。サブゼロ処理により硬度は Rc 66~67 に上昇し、C 量の高い程高硬度を示す。

## (3) 残留オーステナイト

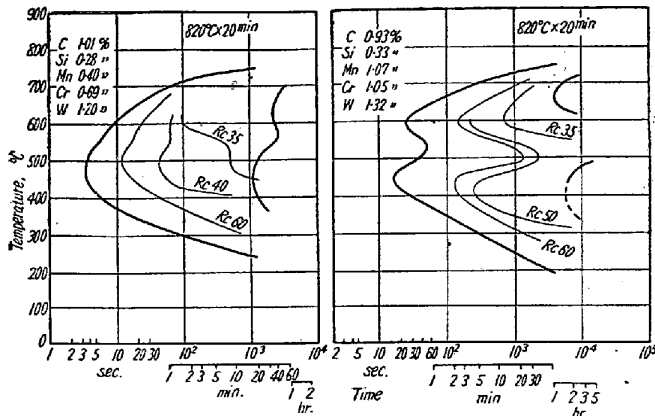


Fig. 1 S-curve for the transformation of austenite.

10φ×50 試片を用い磁気継鉄法により 820°C 油冷及び -75°C サブゼロ処理後の残留オーステナイトを測定した。何れも Mn の多くなるにつれて増加し、又焼入温度の上昇に伴い増加する。又 C 量の多い程残留オーステナイトは増加するが Cr 1% 系の方が残留オーステナイトの増加率が大きい。サブゼロ処理によつて残留オーステナイトは著しく減少し 2% 内外となり、Mn 及び C の影響は殆んど認められない。

(4) 焼入及び焼戻による変形率

外径、両端面研磨して 10φ×50 試片をつくり、820°C 油冷及び -75°C サブゼロ処理後の長さ及び直径の変化を測定した。820°C 油冷の場合長さ変化は Mn の多くなるにつれて次第に小となり Cr 0.75% 系にあつては Mn 1.2% 以上では収縮を示す。直径の変化は +0.2% 前後で Mn の影響は殆んど認められぬ。サブゼロ処理により長さ直径共著しく膨脹するが、この増加率は Mn の多い程大である。

焼戻による寸法変化の一例を Fig. 2 に示すが 200°C で僅かに、300°C で著しく膨脹する。サブゼロ処理を行つたものには 200~300°C の膨脹は認められぬ。

(5) 焼戻による残留オーステナイト及び硬度変化

820°C 油冷後焼戻を行つた場合残留オーステナイトは 150°C までは大して分解しないが 200°C ではかなり分解し低 Mn のものは 300°C で高 Mn のものでも 350°C で完全に分解する。焼戻硬度は油冷のものは 250~300°C で軟化が一時停止し、この程度は Mn の多い程著しい。サブゼロ処理を行つたものは 300°C までの焼戻では油冷のものより硬度は高目であるが、これ以上の温度では殆んど差はなくなる。又 200°C までの焼戻では 820°C 油冷、サブゼロ処理共に C の多い程硬度は高い。

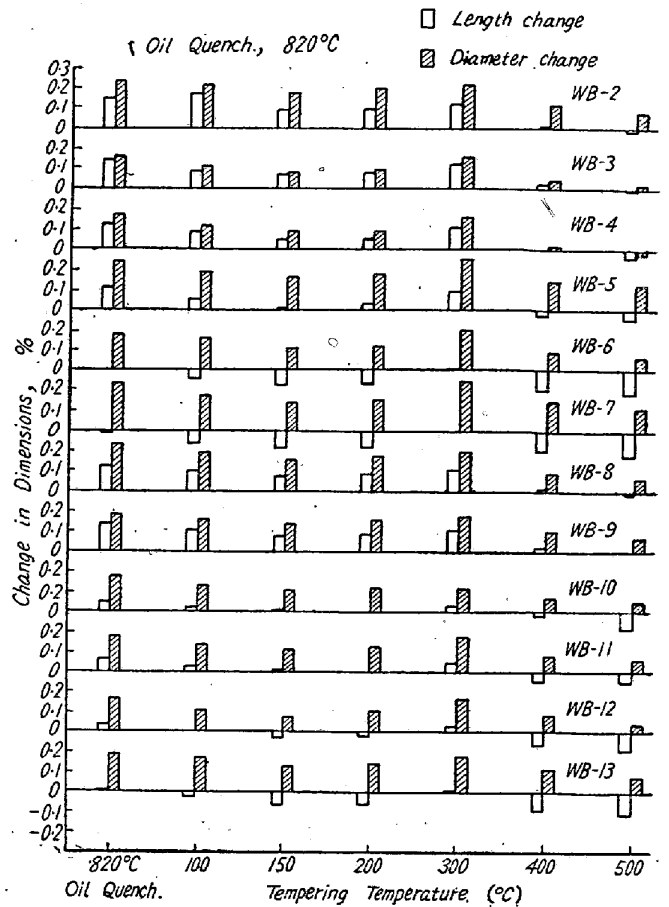


Fig. 2 Effect of tempering temperature on the dimensional change.

(6) 時効による性質の変化

ゲージ・ブロックとしては Rc 64 以上の高硬度と寸法の安定性即ち経年変化の殆んど皆無なることが特に重要な性質である。焼入状態に於いては鋼は α-M と残留オーステナイトを有するために之を常温に放置する時には残留オーステナイトの分解による膨脹と α→βM 変化による収縮とによつて寸法変化を生ずる。これを防止するために 100~120°C の長時間エージング又はサブゼロ処理後焼戻をすることが行われるので之に関し若干の実験を行つた。即ち 820°C 油冷及びサブゼロ処理せるものを 100°C×10h 焼戻を 10 回繰返した場合の硬度、寸法及び残留オーステナイトの変化を求めた。油冷の場合は 50h までは次第に硬度を減少し、その後やや硬度上昇の傾向を示すが 80h 位より殆んど一定となり Rc 62前後に低下する。残留オーステナイトは 100°C×100h により 3% 前後分解する。サブゼロ処理を行つた場合は硬度は 60h 位まで徐々に低下し、その後は殆んど一定となり Rc 64 前後を示すが C 量の高いもの程高硬度を示す。残留オーステナイトは 100h 後に於いても殆んど変化が認められぬ。

## III. 結 言

以上 C 1.05%, W 1.2% Cr 0.75% 及び C 0.95% W 1.2%, Cr 1% を夫々基本成分とするものに Mn 及び C を種々に変化させてその影響を調査したが, Mn 添加により硬化能は著しく向上し焼入変形率も小となることが判明した. C 量の増加は硬化能を若干低下させるが硬度を上昇せしめるのでゲージ鋼等に用いる場合には有利である.

## (87) 焼入油の老化について (III)

(老化防止剤に関する 2,3 の実験)

## On the Deterioration of Quenching Oils (III)

(Some Experiments on the Deterioration Inhibitors.)

Koichi Sugimoto, Lecturer, et alii.

大阪大学工学部教授 工博 多賀谷 正義  
大阪大学工学部 工田村 今男  
" 工〇杉 本孝一

## I. 緒 言

焼入油の老化については既に発表した所であるがこの様な焼入油の老化を防ぐ事が出来れば非常に好ましい事である. 現在潤滑油等に於いて多数の酸化防止剤が発見されているが, これ等が焼入油の劣化防止として効果があるか否かを 2, 3 の実験によつて検討して見た.

## II. 試料及び実験方法

油として大豆油, 110-ダイアナモ油, 及び 120-シリンダー油を用いた. 老化防止剤として用いた試料は Table 1 に示される. これ等は主としてフェノール類と芳香族アミン類である.

上記油 100cc につきこれ等の添加剤を 0.5g の割合に混入し, インディアナ法によつて空気吹込を行い, 新油, 24時間及び 48 時間空気吹込後の冷却曲線を測定し冷却能の劣化状況を観察した.

## III. 実験結果及び考察

冷却曲線から 700~350°C. 冷却時間  $t$  を求め, この冷却時間  $t$  を以て冷却能を現わす事とする. 更に各添加剤の効果を明瞭にする為に各新油の冷却時間  $t$  を 100 として各空気吹込後の冷却時間の割合を求めて図示し

Table 1

Name	Formula
$\beta$ -Naphthol	
Di-t-Butyl-para-Cresol	
Thymol	
Antisol	
Hydroquinone	
Di-Phenyl-Amine	
N-Phenyl-alpha-Naphthyl-Amine	

た. また前報と同様に  $\tau_{min}$  及び  $\tau_{min}$  ( $\tau_{min} = 1/\rho_{max}$ ) を求めて検討した. 大豆油の場合原油よりも添加剤を添加した油はすべて 24 時間空気吹込で冷却時間が小さく冷却能はあまり劣化していない. 併し 48 時間空気吹込で急速に劣化しその度合は大豆油原油よりも著しい場合が多い. この傾向はチモールに於いて最も著しい. フェニール- $\alpha$ -ナフチールアミンは 48 時間空気吹込に於いても尙相当劣化防止に働いている様である. 即ち使用した多くの添加剤は空気吹込時間の短い間ならば多かれ少かれ有効に働くけれども更に老化が続くと却つてそれ等の添加は老化を促進する様に働く.

P. O. Powers によると乾性油の酸化過程を誘導期, 過酸化物生成期, 過酸化物分解期, 重合期及び固化期に区分して考え酸化防止剤が添加されると, その誘導期が長くなると言っている. この様な酸化過程と焼入冷却能の劣化過程との関連性については未だ充分解明されていないが, 明らかに誘導期と思われる最初の期間に於いては酸化防止剤添加の効果が認められ, 冷却能の劣化が非常に遅くなる.

酸化防止剤は一般に還元剤であつて酸化され易く, その為に酸化防止剤は消耗する. それ故或る程度油の酸化が進むと酸化防止剤としての効果が無くなり, その添加物の酸化物が却つて油の酸化を促進する触媒的作用をなす場合が考えられる. この様な作用の為に空気吹込初期に於いて多少有効であつても, その後却つて酸化促進剤となる場合が多い.

潤滑油などの場合上記酸化過程中, その使用範囲は主として誘導期であつて, それ故にこの誘導期さえ少しで