

かに認められる。

また、鋼滓の塩基度が高くなると酸化鉄の Activity が減少するので、鋼滓の酸化鉄含有量によつて熔鋼の酸素含有量を推定する場合鋼滓の塩基度の響影を考慮しなければならないが、それらの詳細についてはなお酸素分析試料採取方法および分析法の改善により熔鋼の酸素含有量の分析値の精度の向上をまたねばならない。

(118) Mn-Cr 系不収縮工具鋼の研究

(Mn 及 Mo の影響について)

Influence of Mn and Mo on the Properties of Mn-Cr Non-deforming Tool Steel

Kunio Kusaka, et alii

特殊製鋼 K. K. 工博 山 中 直 道
 " 工 〇 日 下 邦 男
 " 外 岡 耀

I. 緒 言

油焼入不収縮工具鋼としては焼入による変形の小さなこと、焼入硬度の高いこと、焼入性が大で焼入温度が低くても充分硬化すること、複雑な形状のものにも焼割発生危険の少ないこと、強靱性が大であること等の性質が要求され鋼種としては W-Cr 系、W-Cr-Mn 系、Mn-Cr 系、Mn 系および Cr 系工具鋼が挙げられるが吾国では主として W-Cr 系、W-Cr-Mn 系が用いられている。

この中 Mn-Cr 系工具鋼は経済的不収縮工具鋼として各種ゲージ類、タップ、ダイス、スピンドル、スクリュ

ーダイス、抜型、測定器部品その他複雑な刃型の工具に適することが知られているが、吾国においてはこの鋼種に関する文献に乏しいので吾々は Mn および Mo 添加の影響をみるために C 0.95%, Cr 0.5% を基本成分として Mn 量を種々に変化させ、また C 0.95%, Mn 1.2%, Cr 0.5% のものに Mo を添加して実験を行った。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、16φ に圧延後球状化焼鈍を実施して使用した。

II. 実 験 結 果

(1) 変態点および Ms 点

本多式熱膨張計により約 2°C/mn の加熱および冷却速度で変態点を測定せる結果は Table 1 記載の如くで Ac 終止点は Mn 添加により低下の傾向を示し、Mo 添加により上昇する。

次に外径 16, 内径 8, 厚さ 3mm の試片を更に半分にて切断した大きさの試片を用いて 820°C および 780°C 加熱後、Ms 点附近の一定温度に保持した塩浴および油中に焼入れて 15 秒保持して直ちに 350°C の鉛浴に 15 秒焼戻したのち水冷し、焼戻 M と αM がビクラールで識別されることを利用して Ms 点を求めたが、Ms 点は Mn 添加と共に低下する傾向を示す。

(2) ジョミニー焼入性試験および恒温変態曲線

圧延材を球状化焼鈍後 1/2"φ×4" の試片を作成し、780°C および 820°C に加熱後一端水冷して焼入性の比較を行った。Mn 添加により焼入性は次第に大となり、また Mo 添加により焼入性が著しく向上する。

次に厚さ 2mm の小試片を 820°C 加熱後一定温度に保つた鉛浴および塩浴中に恒温焼入を行い保持時間を変えて水冷し、硬度および組織より恒温変態図を作成した。

Table 1. Chemical composition of steels tested.

Steel No.	Chemical composition (%)							Ac (°C)	Ar (°C)
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo		
EM-1	0.96	0.35	0.45	0.011	0.012	0.49		720~785	700~665
— 2	0.92	0.28	0.65	0.011	0.010	0.48		720~775	685~650
— 3	0.92	0.30	0.80	0.012	0.010	0.48		720~775	675~650
— 4	0.92	0.29	1.05	0.013	0.010	0.47		720~770	685~655
— 5	0.96	0.32	1.41	0.007	0.013	0.46		720~765	675~640
— 6	0.96	0.29	1.71	0.012	0.012	0.46		715~765	670~625
— 7	0.96	0.29	1.87	0.013	0.012	0.48		715~760	660~625
— 8	0.98	0.31	2.21	0.011	0.011	0.47		715~755	655~620
— 9	0.97	0.26	1.19	0.018	0.017	0.41		715~760	670~635
— 10	0.98	0.30	1.22	0.012	0.012	0.48	0.21	715~765	665~635
— 11	0.98	0.28	1.18	0.017	0.017	0.41	0.40	720~775	655~605
— 12	0.97	0.26	1.19	0.017	0.018	0.44	0.60	720~785	655~605

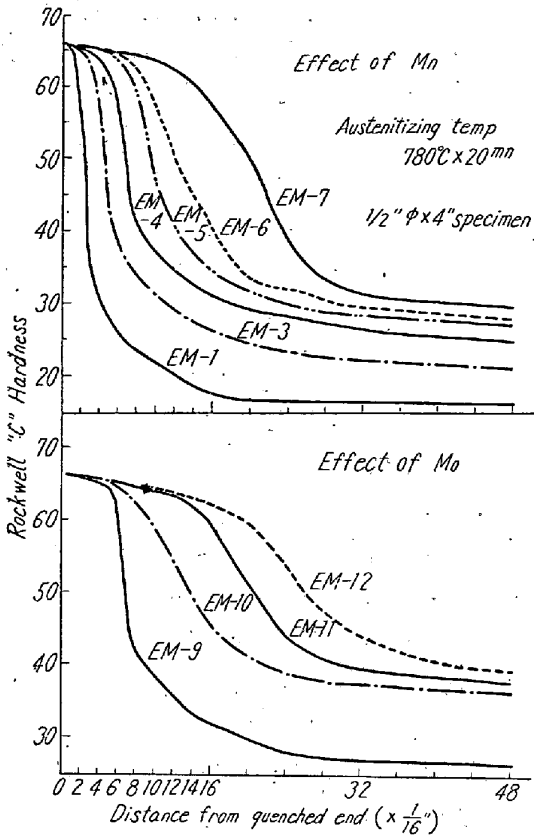


Fig. 1. Jominy hardenability curve.

Fig. 1 はジョミニ焼入性曲線を, Fig. 2 は恒温変態図の 1 例を示すもので Mo 添加により変態開始線が長時間側に移動することを示す。

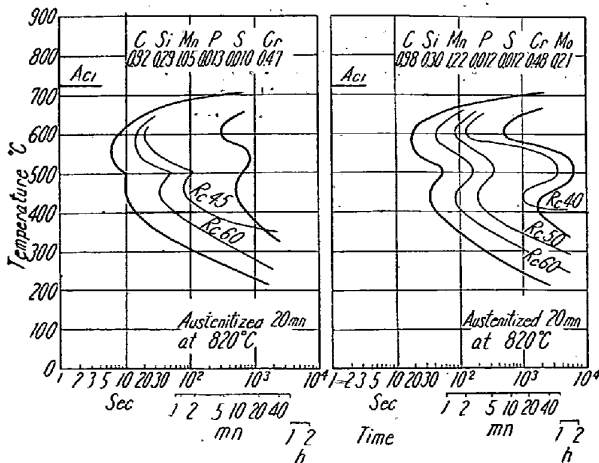


Fig. 2. S-curve for the transformation of austenite.

(3) 焼入焼戻硬度およびサブゼロ処理

小試片を 720°C~920°C より油冷して硬度を測定し, また 820°C 油冷, -75°C x 4 h のサブゼロ処理 (ドライアイス+アルコール) を行い硬度変化をみた. 740°C 油冷では Mn の低いものは硬化しないが Mn 1.7% 以

上では Rc 63~64 を示す. 焼入温度が 840°C になると Mn の高いものは残留オーステナイトの増加により硬度低下をきたす. かくして油冷最高硬度は (Rc 64 前後) Mn の低い間は 800°C~820°C で得られるが, Mn の多くなるにつれて次第に低目に移動し, Mn 1.7% では 760°C~780°C となる. -75°C サブゼロ処理により硬度は Rc 66 前後に上昇する.

(4) 残留オーステナイト

10φ x 50 試片を用い磁気継鉄法により 810°C および 780°C 油冷後の残留オーステナイトを測定したが Mn の多くなるにつれて残留オーステナイト量は次第に増加するが Mo 添加によつては殆んど変化がない.

焼戻によつては残留オーステナイトは 150°C までは殆んど分解せず, 200°C において僅か分解し, 250°C 焼戻によつて, Mn 2.2% のものを除いては完全に分解する. また 810°C 油冷後 -75°C x 4 h のサブゼロ処理により残留オーステナイトは殆んど零となる.

(5) 焼入および焼戻による変形率

外径および両端研磨して 10φ x 50 試片をつくり, 810°C 油冷後および 500°C までの各温度に 1 h づつ焼戻して焼鈍状態に対する長さおよび直径変化率を測定した.

810°C 油冷のままでは長さ変化率は Mn の多くなるにつれて次第に小となり, Mn 1.7% では +0.07% となる. 直径変化は +0.2% 内外で Mn による影響は殆んど認められぬ.

焼戻によつては 200°C までは次第に収縮するが, 250°C 焼戻によつて残留オーステナイトの分解に伴い長さおよび直径共に著しい膨張を示し, 以後次第に収縮する.

またサブゼロ処理により長さ直径共著しく膨張するが, この増加率は Mn の多い程大である.

(6) 靱性試験

C 0.91%, Mn 1.1%, Cr 0.48% の成分のものより 7φ x 50 試片を加工し, 780°C および 820°C 油冷後 100~350°C に焼戻して静的曲げ試験を実施し靱性の変化をみた. 780°C 油冷の場合, 焼戻温度の上昇によつて急激に靱性を増加し, 175°C で山を生じ 250°C 焼戻では残留オーステナイトの分解に伴つて靱性は低下するが, 300°C 以上で再び靱性は増大する.

焼入温度が上昇すると靱性は低下の傾向を示す.

また 820°C および 780°C 油冷後 175°C 焼戻後の靱性を比較したが, 780°C 油冷後 175°C 焼戻の場合は Mn によつて殆んど変化なく, Mo 添加によりやや靱性低下を示す.

III. 結 言

以上 0.95% C, 0.5% Cr を基本成分として Mn 量を種々に変化させ、また C 0.95%, Mn 1.2%, Cr 0.5% のものに Mo を添加させてその影響を調査したが、Mn の添加により焼入性は増大し、特に Mo 添加の効果が大きい。また Mn 添加により Ac 点が低下し、焼入温度が低くても十分硬化し、焼入変化率も小となることが判明した。

(119) 炭素工具鋼の研究 (I)

(黒鉛化に及ぼす各種元素の影響について)

Influence of Various Elements on the Graphitization of High Carbon Tool Steel.

Kunio Kusaka, et alius.

特殊製鋼 K.K. 工博 山中直道
" 工日 下邦男

I. 緒 言

高硬度で使用される高炭素工具鋼例えば型材、ゼンマイ、カミソリ材等は砂鉄系原料を用いたものがスクラップより溶製したものよりも靱性、耐久性においてすぐれていることは周知の事実であり、このことは鋼の処女性なる言葉で説明されている。然し高炭素鋼にこのような

純粋な原料を使用すると黒鉛化を起し易い欠点が生ずる。即ち Si の高い場合は勿論であるが、低い場合でも引抜または冷間圧延と焼鈍とを繰返した場合には黒鉛化を起すことがあり、この傾向は不純物の少い程顕著である。

炭素工具鋼における黒鉛化現象についてはすでに幾多の研究があるが総て断片的であるので著者等は脱酸剤としての Al の量、加炭剤の種類、原料関係、化学成分、ガス成分等の影響について系統的に研究を行うことにした。本報告はその一部である。

II. 実 験 結 果

(1) Al 添加の影響

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 7 kg 鋼塊を溶製しこれを 13φ に圧延した。原料としては電解鉄を、加炭剤は低磷灰鉄および黒鉛を用いた。

i) 水冷、空冷、炉冷処理後の黒鉛化

黒鉛化のための加熱温度としては 650°C を採用し鋳鉄削屑中で加熱した。組織の黒鉛化におよぼす影響をみるために 870°C 水冷、空冷および 780°C 炉冷せるものを 300 h まで加熱を行い黒鉛析出量を分析して求めた。この結果水冷のものが最も黒鉛化し易く、焼鈍状態のものが最も黒鉛化しにくいことが判明した。Fig. 1 (A) は 870°C 水冷後 650°C に 3~24 h 加熱した場合の黒鉛析出量と可溶 Al との関係を示したもので Al の低いものは黒鉛化速度は遅いが可溶 Al の増加につれて急激に黒鉛化量が増加し Al 0.03% 以上では殆んど一定となる。然し不溶 Al と黒鉛炭素量との間には一定の関係が

Table 1. Chemical composition of steels tested.

Steel No.	Chemical composition (%)											
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Cu	sol. Al	insol. Al	ΣAl	ΣN ₂
GS-8	1.10	0.28	0.39	0.010	0.012	tr.	tr.	tr.	0.004	0.0008	0.0048	0.0076
-15	1.07	0.25	0.38	0.012	0.010	//	//	//	0.010	0.004	0.014	0.0055
-6	1.05	0.28	0.41	0.010	0.012	//	0.01	//	0.014	0.012	0.026	0.0076
-18	1.07	0.26	0.43	0.010	0.012	//	//	//	0.023	0.009	0.032	0.0074
-23	1.08	0.23	0.42	0.009	0.011	//	tr.	//	0.025	0.004	0.029	0.0068
-7	1.16	0.35	0.43	0.010	0.010	//	//	//	0.030	0.012	0.042	0.0080
-24	1.08	0.28	0.42	0.008	0.010	//	//	//	0.033	0.004	0.037	0.0069
-9	1.09	0.29	0.41	0.010	0.012	//	//	//	0.033	0.005	0.035	0.0058
-20	1.07	0.37	0.41	0.009	0.011	//	//	//	0.042	0.009	0.051	0.0084
-11	1.06	0.27	0.40	0.009	0.010	//	//	//	0.044	0.011	0.055	0.0062
-25	1.06	0.25	0.43	0.008	0.011	//	//	//	0.059	0.005	0.064	0.0063
-19	1.11	0.30	0.41	0.014	0.013	//	//	//	0.063	0.006	0.069	0.0076
-10	1.06	0.32	0.42	0.010	0.011	//	//	//	0.092	0.011	0.103	0.0054
-12	1.07	0.28	0.41	0.009	0.013	//	//	//	0.104	0.006	0.110	0.0061
-13	1.06	0.25	0.39	0.009	0.011	//	//	//	0.134	0.006	0.140	0.0076
-21	1.09	0.28	0.41	0.009	0.011	//	//	//	0.183	0.006	0.189	0.0076