

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熔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 鋼塊を熔製しこれを 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

認められない。なお $AIN = Al + N$, $\log K_S = -7400/T + 1.95$ なる関係より 870°C でオーステナイト化した場合 AIN として結合する所の N および Al を求め、固溶 N と黒鉛炭素量との関係を求めたが、この結果は固溶 N の増加につれて黒鉛析出量が減少し固溶 N が 0.003% 以上になると黒鉛化が著しく阻害されることが分つた。

ii) 冷間引抜加工後の黒鉛化

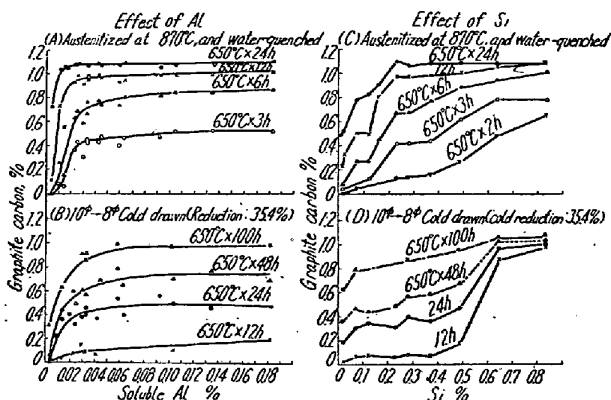


Fig. 1. Effect of Al and Si on the graphitization of high carbon steel.

焼鈍材を 10ϕ に加工後 $9, 8, 7\phi$ に引抜加工を行い (冷間加工度は夫々 $16.3, 35.4, 51\%$) 650°C に加熱して黒鉛炭素量を求め加工度の影響をみた。Fig. 1 (B) は $10\phi \rightarrow 8\phi$ 引抜加工の場合で、可溶 Al $0.03 \sim 0.04\%$ までは急激に黒鉛化速度を増大し、これ以上の Al に対しては黒鉛炭素量の増加は緩慢となる。 7ϕ 引抜の場合も同様の傾向を示すが黒鉛化速度は 8ϕ 引抜の場合よりも速くなる。 9ϕ 引抜の場合は $650^\circ\text{C} \times 24, 48, 100\text{h}$ 共に可溶 Al 0.06% までは Al の増加と共に急激に黒鉛炭素量を増加するが Al が 0.09% 以上になると却つて黒鉛化は減少する。

(2) Si 添加の影響

供試材は Table 2 (略) に示す如きもので電解鉄を原料とし、加炭剤は低 P 白銑、灰銑および黒鉛を使用、 Al 添加量は 0.05% に一定とした。 Fig. 1 (C), (D) は夫々 870°C 水冷および 8ϕ 引抜後 650°C に加熱した場合の結果にして Si の増加により黒鉛化が促進されることを示す。

(3) 加炭剤および原料の影響

電解鉄を原料とし加炭剤として白銑のみを用いた場合につき Al 添加量を変化せしめて実験を行つたがこの場合にも可溶 Al の増加により、黒鉛を使用した場合と同程度に黒鉛化が起り加炭剤の影響は認められなかつた。砂鉄系原料を用いて Al 添加を変えた場合にも黒鉛化は

可溶 Al の増加により促進される。スクラップを用いて熔製した場合にもやはり可溶 Al の増加により黒鉛化が促進されるが、その速度は著しく遅い。

(4) 各種添加元素の影響

i) 電解鉄を原料とし Al 添加を 0.05% に一定し、これに $Cr, W, Mo, Sn, V, B, Cu, Ni, Te, As, Sb, Zr, Ti$ および Mn を種々に添加して黒鉛化におよぼす影響を調査した。 Fig. 2 (A), (B) は 870°C 水冷後 $650^\circ\text{C} \times 24\text{h}$ および 48h 加熱後の結果で黒鉛化を阻止する効果は Sb が最も大きく Sn, Cr, As がこれに次ぐ。 Mo および W を添加したものは $650^\circ\text{C} \times 24\text{h}$ 加熱では殆んど完全に黒鉛化するが 12h 加熱では黒鉛化を若干阻害しその効果は Mo の方がやや大である。 Ni, Cu は殆んど影響がない。また Mn は 0.4% を標準としているがこれより Mn が多くなると黒鉛化を阻止し、 Mn 0.73% では $650^\circ\text{C} \times 24\text{h}$ 後で 0.25% の黒鉛炭素を示すに過ぎぬ。

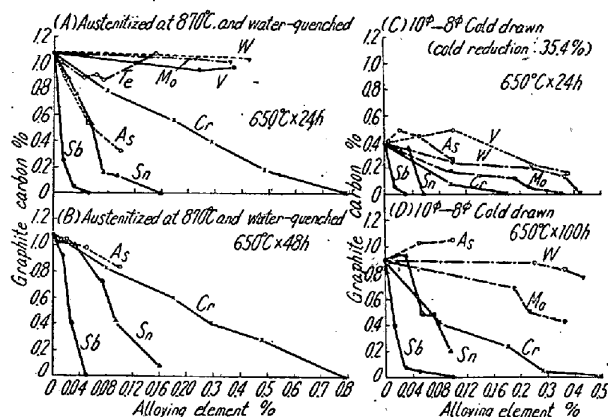


Fig. 2. Effect of various elements on the graphitization of high carbon steel.

ii) 普通のスクラップを使用したエルー式電気炉製品の一例について調査した結果は黒鉛化速度が非常に遅く、 870°C 水冷後 $650^\circ\text{C} \times 100\text{h}$ の加熱でも 0.05% の黒鉛炭素を示すに過ぎなかつた。この不純物を分析した結果は Ni $0.07, Cr$ $0.04, Cu$ $0.24, Sn$ 0.08 , 可溶 Al $0.042, N$ 0.015% であつた。よつて電解鉄および砂鉄系原料に Ni, Cr, Cu, Sn 等の不純物を添加して人工的に汚染し黒鉛化速度の比較を行つた。この結果 Ni, Cu は殆んど影響がないが Cr, Sn 添加の多いものほど黒鉛化が阻害され、スクラップを原料とする場合に近づくことが判明した。また比較的の不純物の少いスクラップを用いて熔製したもの即ち Ni $0.09, Cr$ $0.03, Cu$ $0.16, Sn$ 0.032 , 可溶 Al 0.038% のものは 870°C 水冷、 $650^\circ\text{C} \times 100\text{h}$ で 0.24% (150h で 0.30%) の黒

鉛炭素量を示したが、これに更に Sn を 0.05% 添加すると黒鉛化速度は非常に遅くなり、650°C×150 h で 0.03% を示すにすぎなかつた。

III. 結 言

以上電解鉄を原料として C 1.05%, Si 0.25%, Mn 0.4% を基本成分として種々の元素を添加して試料をつくり黒鉛化におよぼす影響を調べたが Al, Si により黒鉛化は促進され, Sb, Sn, Cr, As, Mn, Mo, W および N により黒鉛化は阻害される。スクラップより熔製せるものは電解鉄または砂鉄系原料を用いたものより黒鉛化速度は著しく遅い。これは主として不純物 Cr, Sn および N 等の影響のように思われる。

(120) 20% Cr 弁用鋼の研究

(Si, Ni, C 及び Cr の影響につて)

Influence of Si, Ni C and Cr on the Properties of 20% Cr Valve Steel

Kunio Kusaka, et alius

特殊製鋼 K.K. 工博 山 中 直 道

” 工〇日 下 邦 男

I. 緒 言

自動車用排気弁には専ら 13 Cr-Si 弁用鋼が使用されているがガソリンのオクタン価を上げるためにエチル液

を添加すると、それに含まれるエチル鉛の燃焼生成物のために腐蝕されることがある。この腐蝕に対する抵抗を増すためには Cr を高める必要があり、諸外国では 20% Cr 鋼が実用化されており吾国でも一部研究されているが吾々は本鋼種におよぼす Si, Ni, C および Cr の影響を調査するために C 0.8%, Si 2%, Cr 20%, Ni 1.5% を基本成分として Si, Ni, C, Cr を夫々変化せしめて試験を行つた。供試材は Table 1 に示す如き成分のもので 35KVA 高周波誘導炉で 7kg 鋼塊を熔製し 25mm 角に鍛造後 12mm 角に圧延して使用した。

II. 実 験 結 果

本多式熱膨張計により約 2.5°C / mn の加熱および冷却速度で変態点を測定したが Ac 点は Si および Cr の増加につれて上昇し、Si 3% 以上および Cr 20% 以上では変態の始点および終点が不明瞭となる。Ni の添加によつては Ac 点は急激に低下する。Fig. 1 に測定結果を示す。次に 1000°C 炉冷 (700°C において 8.5°C / mn の冷却速度) の場合、Si の低いものは Ar₁ 変態は完全に抑制されて 300°C 附近に Ar' 変態を生ずるが Si の増加につれて Ar' 変態量が減少し Ar₁ 変態量が次第に大となつてきて、Si 2.7% 以上では Ar' 変態は完全に消失するに至る。次に低 Ni のものは Ar₁ 変態を完結するが Ni の増加につれて硬化能は次第に大となり Ar₁ 変態は抑制されて Ar' 変態を生ずる。しかし Ni 3% 以上になると Ar' 変態のみを生ずる。次に 1000°C×10mn 加熱後空冷せる場合の Ar'' 点生起状況を熱膨張計で測定したが、Ar'' 点は Si および Ni

Table 1. Chemical composition of steels tested.

Steel No.	Chemical composition (%)								Ac (°C)
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Cu	
HCRK— 1	0.78	0.48	0.43	0.010	0.008	1.62	19.04	0.20	725~820
— 2	0.78	0.97	0.40	0.004	0.008	1.62	19.39	0.23	730~830
— 3	0.83	1.65	0.43	0.011	0.016	1.67	19.34	0.17	785~875
— 4	0.86	2.34	0.47	0.012	0.002	1.66	19.67	0.16	815~930
— 5	0.86	2.76	0.45	0.014	0.003	1.63	19.50	0.16	850~970
— 6	0.82	3.30	0.46	0.010	0.003	1.62	19.47	0.14	940~
— 7	0.84	2.25	0.48	0.015	0.012	0.15	19.42	0.14	865~975
— 8	0.83	2.18	0.47	0.018	0.008	1.07	19.39	0.15	860~950
— 9	0.85	2.18	0.45	0.013	0.008	2.10	19.37	0.16	780~900
—10	0.85	2.29	0.50	0.008	0.002	3.20	20.61	0.15	715~840
—11	0.85	2.13	0.45	0.015	0.007	4.31	20.34	0.14	610~810
—16	0.54	2.05	0.49	0.010	0.014	1.50	19.34	0.17	890~1000
—12	0.64	2.16	0.49	0.010	0.015	1.50	19.45	0.17	865~940
—13	0.73	2.18	0.47	0.011	0.014	1.53	19.45	0.16	830~930
—14	0.95	2.19	0.45	0.009	0.008	1.54	19.48	0.15	815~915
—15	0.05	2.43	0.44	0.011	0.014	1.52	19.31	0.15	810~915
—18	0.85	2.13	0.60	0.013	0.013	1.57	17.88	0.17	805~900
—19	0.83	2.26	0.46	0.014	0.016	1.55	21.53	0.15	890~