

Fig. 2. Effect of various elements on the graphitization after cold working.

III. 結 言

以上砂鉄系原料を用いて C 1%, Si 0.25%, Mn 0.4% を基本成分として Al 添加量を変え, また Al 添加を 0.01% にして各種元素を添加して試料をつくり, 黒鉛化におよぼす影響をしらべたが Al, Si, Ti, B により黒鉛化は促進され Cr, W, Mo, Zr, Mn, Sn 等により黒鉛化は阻害されることが判明した. また V はマルテンサイト状態における黒鉛化を促進するが引抜加工後の黒鉛化は阻害する傾向を有する.

(129) 9.5% W-Cr 系熱間工具鋼の研究

(C, Ni, Co, W, Mo の影響について)

Influence of C, Ni, Co, W and Mo on the Properties of 9.5% W-Cr Hot-working Tool Steel.

K. Kusaka, et alii.

特殊製鋼

工博 山中直道・工○日下邦男・外岡 耀

I. 結 言

9.5% W-Cr 系熱間工具鋼は高温強度が大で押出ダイス, ダイカスト用ダイス等に広く用いられており, C, W, V, Co 等の影響については既に一部報告されている. この中 Co は焼戻軟化に対する抵抗を増し熱間用ダイス鋼として Co 添加が有効であることが知られておりまた

Ni を添加したのも諸外国では用いられている. われわれはこれら合金元素の影響を明かにするために C, Ni, Co, W, Mo を種々に変化せしめて試料をつくり実験を行った. また本鋼種の切断状態図は未だ明かではなく武田博士による Fe-W-C 系のそれが用いられているが, 高温における組織状態がかなり変化していることが経験されるので C, W, Co, Ni を変化せしめた場合の切断状態図についても検討を加えた. 供試材は Table 1 に示すごときのもので 35 KVA 高周波誘導炉により 7 kg 鋼塊を熔製し 16φ に圧延して使用した.

II. 実 験 結 果

(1) 変態点

本多式熱膨脹計により 1°C/mn の加熱および冷却速度で変態点を求めた結果は Table 1 記載のごとくであり, Ac 点は C 0.4% までは C の増加につれて低下するがこれ以上の C% では一定となる. Co 添加によつては Ac 点は僅か上昇し, Ni の増加するに従つて急激に低下する. また Mo 添加により Ac 点は上昇する. C が低くなる程また W 量の増加するに従つて A₁ 変態の量は次第に減少する. つぎに 1050°C × 10mn 保持後空冷した場合の降下変態の測定を行った. C 0.2% 以下では一部 Ar₁ 変態を生ずるが, C がこれ以上になると 400°C 前後に膨脹変態のみを生じてこの生起温度は C の増加により急激に低下し, Ni の増加によつても低下するが Co の添加によつては却つて上昇する. また W の多くなるにつれて焼入性は小となり W 10% 以上になると一部 Ar₁ 変態を生ずる.

(2) 切断状態図

7 kg 鋼塊熔製の際採取した 25φ 金型鑄造試片を 12 mm 角に鍛造し 900~1400°C の各温度に加熱して水冷しピクラルールおよび村上試薬を用いて検鏡を行った. 加熱の際の保持時間は 1400°C は 15mn, 1350~1250°C は 30mn, 1200~1150°C は 1~2h, 1100°C 以下は 6h とした. なお 1150°C 以下の温度で加熱する試料は予め 1250°C から空冷処理を行った. Fe-W-C 系には θ, η の炭化物があるがこれに Cr が添加されても新しい炭化物相は現われないと考えた. Fig. 1 はこの結果を示すもので図中 × 記号は熱膨脹計により求めた変態点を示す. この変態温度は Fe-W-C 系よりもかなり上昇している. δ 相と γ 相の共存する界域も Fe-W-C 系よりもかなり高温側に移動し而も上方に拡大しておりこれに反して γ 相のみの界域は縮小している. 而して融体の出はじめる温度 (二元包晶終結面) も上昇している.

Ni は γ 形成力が大であるため 0.7% Ni 添加で δ+γ

Table 1. Chemical composition of steels tested

Steel No.	Chemical composition (%)										Ac (°C)	Ar (°C)	
	C	Si	Mn	P	S	Cr	W	V	Ni	Co			
WZC-31	0.11	0.22	0.28	0.007	0.009	2.62	9.50	0.39					
-32	0.17	0.19	0.25	0.012	0.010	2.63	9.33	0.38				905~980	920~870
-33	0.23	0.21	0.32	0.010	0.009	2.66	9.89	0.38				850~950	885~810
-34	0.28	0.21	0.31	0.010	0.011	2.66	9.69	0.41				825~935	875~800
-35	0.33	0.22	0.34	0.012	0.010	2.63	9.72	0.40				810~910	850~765
-36	0.40	0.23	0.35	0.007	0.009	2.64	9.40	0.37				800~850	790~725
-38	0.50	0.23	0.29	0.010	0.010	2.64	9.91	0.39				800~845	775~725
-37	0.61	0.25	0.32	0.011	0.011	2.62	9.38	0.37				790~835	760~715
-43	0.27	0.24	0.26	0.012	0.014	2.61	8.04	0.36				810~895	855~760
-57	0.27	0.22	0.29	0.015	0.016	2.65	10.52	0.40				840~945	910~820
-46	0.27	0.24	0.29	0.012	0.016	2.61	11.95	0.37				865~965	920~835
- 5	0.32	0.20	0.34	0.012	0.017	2.60	8.95	0.34				795~885	815~735
- 6	0.32	0.21	0.29	0.013	0.015	2.66	9.08	0.40			1.01	795~890	830~760
- 7	0.30	0.19	0.26	0.013	0.017	2.64	8.98	0.40			1.98	800~895	870~775
- 8	0.31	0.20	0.26	0.013	0.016	2.64	9.08	0.39			2.99	810~910	845~755
- 9	0.29	0.18	0.29	0.013	0.017	2.64	8.95	0.40			3.86	810~915	845~755
-10	0.30	0.19	0.26	0.013	0.017	2.57	9.00	0.39			5.05	817~920	850~760
-18	0.31	0.17	0.32	0.007	0.014	2.67	9.12	0.32	0.05			800~895	845~715
-19	0.32	0.20	0.35	0.006	0.013	2.67	9.29	0.32	0.56			795~880	800~715
-20	0.31	0.19	0.31	0.007	0.012	2.65	9.06	0.31	1.08			765~870	760~685
-21	0.30	0.17	0.33	0.007	0.012	2.65	9.20	0.32	1.58			740~825	720~645

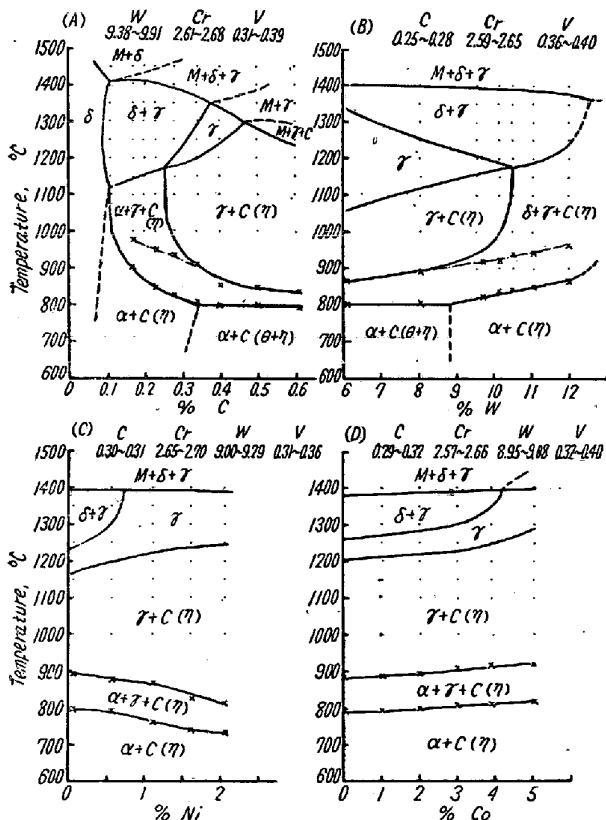


Fig. 1. Sectional diagram

二相界域が消失する。また Co の増加につれても $\delta + \gamma$ 二相領域は縮小し、Co 4% 以上では消失する。

(3) 恒温変態

C 0.32, Cr 2.85, W 9.35, V 0.54% のものおよび C 0.32, Cr 2.65, W 8.98, V 0.39, Co 2.53% のもの

のにつき恒温変態図を作成した。変態はいずれもパーライト段階と中間段階にわかれ 600°C 附近に過冷オーステナイトの安定なる区域がある。この場合含 Co のものは Ms 点が上昇する。つぎに 1050°C 加熱後 750°C に恒温変態を行わせ、合金元素により変態開始点がどのような影響を受けるかをみた。Ni の増加につれて変態開始はいちじるしく長時間側に移動し焼入性の向上を示す。また C 量の増加によつても変態開始が遅くなり、W の高くなる程早くなる。

(4) 焼入および焼戻硬度

小試片を 850~1200°C より油冷および空冷して硬度を測定した。C 量の増加により硬度は上昇しかつ焼入温度の高い程硬度は上昇するがこの上昇率は C の低いもの程大である。W の上昇する程焼入温度における α 量が増加するので油冷硬度は低くなる。1050°C 油冷後の残留オーステナイトは 5~10% 程度であるが C, Ni, Co の増加につれてやや増加の傾向を有す。Co の増加につれて焼戻軟化抵抗が大となり 500~650°C 焼戻硬度が大となる。

(5) 焼入焼戻変形率

10φ×50 試片につき 1050°C 油冷後の寸法変化を測定した。長さ方向の変化は C の低い場合には僅かに膨脹を示すが C の上昇するにつれて収縮するにいたり、C が 0.4% 以上になると再び膨脹に変ずる。直径方向は何れも膨脹を示し C 0.4% 以上になると C% の増加と共に急激に膨脹を示すにいたる。焼戻によつては 300~400°C で

僅か膨脹するが 500°C までは殆ど変化なく 550~600°C でかなりいちじるしい膨脹を示し、その後次第に収縮する。而して直径方向は長さ方向よりも膨脹量が大きい。

(6) 機械的性質

1050°C 油冷, 650°C 焼戻後常温および高温で抗張および衝撃試験を実施した。常温における衝撃値は C の低いもの程大ではあるがその差はあまりいちじるしくはない。然るに 650°C の高温衝撃値は C の低いものがいちじるしく大となる。而して焼入温度の高くなるにつれて焼戻硬度は上昇するが衝撃値は低下する。Co の添加により高温抗張力は向上した。また Ni 添加は高温衝撃値を向上する。

III. 結 言

以上 C 0.3%, W 9.5%, Cr 2.5%, V 0.4% を基本成分としてこれに Ni, Co, Mo を添加した C, W をも変化せしめて試験を行つたが Ni 添加によつて Ac 点は低下するが焼入性がいちじるしく向上し, Co 添加は焼戻軟化抵抗を増大して高温強度を大ならしめる。また W の上昇によつて焼入温度におけるフェライト量が増加し, 焼入性も小となる。C の増加にしたがつて焼入性が向上し抗張力は大となるが常温および高温における衝撃値が低下する。

(130) 砂疵に関する研究

Studies of Sand Mark.

M. Kamiya, et alii.

住友金属工業, 小倉製鉄所

工 永見勝茂・工〇神谷 稔

工 永野幸男・ 岩田善矩

小型鋼塊の製造過程に発生する砂疵について調査研究した結果について報告する。

I. 調査の対象

450kg 偏平鋼塊, 下注一定盤 36 本立, SP2A キルド鋼。

II. 調査の要領

(1) 煉瓦の溶損状況ならびに煉瓦品質の影響

(2) 溶鋼成分の影響

について定盤煉瓦の張分試験の測定結果から考察を行い, さらに流れ作業記録からえられた多数の試料にもとづき統計的解析を行つた。

III. 結果の総括

① 注入時鑄型内を浮上してくる浮遊物および鋼塊表

面附着物共 SiO₂/Al₂O₃ が 1.2 以上と 0.4 以下の 2 つのグループに分類され前者は塊状, 後者は粉状をなす。また注入管に遠い鋼塊には塊状が, 近い鋼塊には粉状が多く現われる。(Table 1)

Table 1

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	ΣFeO	MnO	CaO	MgO	SiO ₂ /Al ₂ O ₃
Coarse	55.41	31.28	4.99	4.01	1.60	0.82	1.8
	56.03	28.86	7.37	4.93	0.19	0.34	1.9
	54.90	32.35	6.17	2.86	1.58	0.40	1.7
	43.18	35.69	6.90	9.85	2.14	0.53	1.2
	49.33	29.50	5.95	6.76	5.40	2.10	1.7
	47.16	32.40	6.66	6.66	3.16	2.54	1.5
Fine	6.25	64.82	19.75		0.84	0.52	0.1
	21.55	49.04	17.06	3.22	2.05	1.09	0.4
	17.17	55.68	13.33	4.46	1.12	0.44	0.3
	12.67	62.19	19.48	1.07	0.99	1.19	0.2
	15.60	64.26	11.42	3.54	2.84	1.62	0.2
	13.33	65.00	15.15	1.54	0.37	2.71	0.2

② 湯道煉瓦の供試料ではローセキ質よりシヤモット質の方が溶損が少ない。(Table 2)

Table 2

Errosion of chamotte-brick	Errosion of roseki-brick
23.97	48.44
28.78	53.66
43.99	56.81
40.31	56.41
52.85	59.66

③ 湯道煉瓦の侵蝕量の大きい程鋼塊ならびに圧延成品に発生する疵も多い。(Fig. 1)

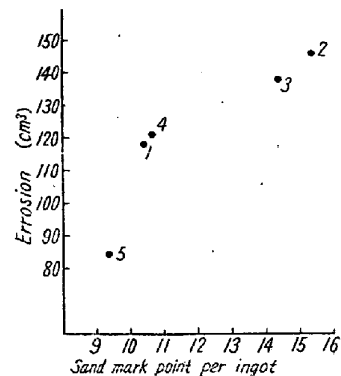


Fig. 1. Sand mark point per ingot.

④ 注入管廻りが, 外側鋼塊より疵の発生が多い。(Table 3)

⑤ 鋼塊の長さ方向では top bottom よりも middle 部分が最も多い。(Table 4)

⑥ 第 1 定盤が他定盤より発生疵が多い。(Table 5)

⑦ 鑄込速度の速いものに疵発生が多い。

⑧ 溶鋼成分中特に顕著なものは Si であり Si の高