

何れにしても放置時間に對する變化は大體同じ傾向にあつて強度は放置日數と共に漸減し、特に湿度の多い時は急激な強度低下を示しこの影響は油量の多い程大なることを認め得る。尙乾燥後の強度低下したものを 100~105°C に 1 時間乾燥し冷却後強度を測定したが何れも強度を向上してゐる。

〔III〕 油砂使用に依る不良原因に就ての考察

油砂を使用して鑄込試験を行つて惹起せる不良の原因に就て二、三の考察を試みた。

結果は次の如くである。

〔IV〕 結論

以上の結果を要約すれば次の如くである。

(1) 油砂の生状態に於ける常温性質は 2~4 日間位は低下するが爾後再び漸増する。

(2) 常温性質の變化量は各油量共殆ど同じ傾向を示し日數の経過と共に強度を低下す。

(3) 中古種油を使用せる油砂の生状態に於ては温度の影響は餘り受けない。

(4) 再乾燥は一度低下した常温性質を向上させる。

(5) 油砂による不良の原因に就て二、三の考察を加へた。

終りに本研究の發表を許可せられた株式會社日本製鋼所に敬意を表すると共に、御懇篤なる御指導を賜つた室蘭製作所々長松田武四郎氏並に作業部長小林佐三郎博士に厚く御禮申上げる。又本實驗遂行に當り熱力に援力を與へられた木村熊太郎及び山下健兩氏に感謝の意を表する。(昭和 22 年 11 月 5 日寄稿)

シルクロム鋼に関する研究 (II)

鐵・炭素・クロム・珪素系切斷状態圖に及ぼす各種元素の影響

(日本鐵鋼協會第 27 回講演大會講演 昭 17.4 於東京)

山中直道* 佐藤恭次郎*

SEVERAL RESEARCHES INTO SILCROME STEEL (2nd Report)

N. Yamanaka and K. Kato

Synopsis:— Succeeding to the first report, influences of various elements, C, Mo, W, Ni etc., on the sectional diagrams of Fe-C-Cr-Si series were studied. According to our results, C and Ni widen γ -region but Mo and W narrow γ -loop region. Therefore, the chemical composition of silcrome steel must be adjusted so as to lie in γ -loop according to our sectional diagrams.

I 緒言

シルクロム鋼は自動車並に航空機の弁用鋼に使用せられる重要な耐熱特殊鋼であるが、製造工程が極めて困難であつて屢々破面が粗大化して衝撃値が不同且つ低値を示すことがある。著者等は統計的研究に依り衝撃値の低下する場合に焼入効果の充分なるもの及び不充分なるものの二種類があり、前者は熱處理に依り衝撃値を良好にすることは困難でないが、後者の場合は如何なる熱處理を施すもこれを救済し得ないことを明かにした。而して焼入効果の不充分となる原因は Si 及び Cr 量の相互關係に依て化學組成がフェライトのループ内にはいる故であつて、Fe-C-Cr-Si 系切斷状態圖を決定してこの見解を確めた。¹⁾

第 1 報に於ては C を 0.4% に一定となし、Si を

0~5%, Cr を 6~16% の範圍に變化せしめて状態圖を構成したが、本報告に於てはこれ等の状態圖に及ぼす C, Mo, W, Ni 等の影響を調査した結果を述べる。

II 實驗試料

本鋼種の C 量は通常 0.3~0.5% の範圍にあるから、C を 0.3, 0.4, 0.5% の種類とし、その各々の場合に就て Si を 2~3%, Cr を 8~14% に變化せしめて C の影響を見た。又 Si 2~3%, Cr 12% の場合に於ては特に C を 0~0.6% の廣範圍に變化した。Mo, W, Ni は C 0.4%, Si 3% として Cr を 8~14% に變化したものに夫々 1~2% 宛添加した。第 1 表に化學成分を示す。實驗方法等は第 1 報に於けると全く同様であるから茲では省略する。

III 實驗結果

1. 變態點 變態點の測定結果を第 1 表に示す。變態曲線上に表れる變化の始點及終點を夫々 A_{c1} , A_{r1}

* 特殊製鋼株式會社研究部

1) 山中, 佐藤: 鐵と鋼 38 (昭 17) 757 頁

第 I 表 (1)

試料番號	化 學 成 分					加熱に於ける變化		冷却に於ける變化	
	C	Si	Mn	Ni	Cr	始點 (Ac ₁)	終點 (Ac ₁)	始點 (Ar ₁)	終點 (Ar ₁)
1C	0.29	1.83	0.16	0.16	8.24	905	937	883	846
2C	0.30	2.07	0.21	0.21	9.98	915	974	906	865
3C	0.30	1.99	0.21	0.16	11.89	925	993	916	871
4C	0.32	1.90	0.18	0.21	13.98	940	~	~	~
5C	0.41	2.04	0.23	0.22	8.35	893	921	866	848
6C	0.41	1.95	0.22	0.20	10.44	912	940	893	866
7C	0.40	1.94	0.23	0.33	12.71	930	948	907	890
8C	0.42	2.09	0.22	0.24	14.60	948	~	~	~
9C	0.52	1.93	0.17	0.21	8.07	858	889	836	808
10C	0.51	1.98	0.20	0.16	9.98	876	917	863	836
11C	0.52	2.03	0.20	0.18	11.48	881	922	871	840
12C	0.53	1.90	0.18	0.16	13.64	903	~	~	845~
13C	0.32	3.25	0.20	0.21	7.91	953	~	~	938
14C	0.30	3.22	0.20	0.24	9.65	968	~	~	~
15C	0.31	3.31	0.21	0.24	11.88	981~	~	~	~
16C	0.32	3.12	0.18	0.19	13.35	985~	~	~	~
17C	0.42	3.47	0.18	0.22	8.17	948~	~	~	~
18C	0.42	3.07	0.23	0.26	10.56	963~	~	~	938
19C	0.40	2.91	0.23	0.24	12.65	990	~	~	~
20C	0.42	3.03	0.22	0.24	14.17	1005	~	~	~
21C	0.52	3.18	0.21	0.25	8.15	935	953	898~	876
22C	0.52	3.04	0.20	0.21	10.34	963	1000~	~	930
23C	0.49	3.16	0.20	0.25	11.85	981	~	~	~
24C	0.51	3.31	0.20	0.25	13.83	989	~	~	~
25C	0.09	2.60	0.20	0.26	12.50	(925~)	~	~	~
26C	0.20	2.31	0.18	0.20	12.65	923	935~	904	885
27C	0.67	2.42	0.18	0.22	12.68	900	918	867	840
28C	0.08	3.60	0.20	0.21	13.20	(1025~)	~	~	~
29C	0.22	3.40	0.19	0.26	12.53	1005	~	~	~
30C	0.67	3.21	0.17	0.20	12.92	958	976	944	931

(2)

試料番號	化 學 成 分							加熱に於ける變化		冷却に於ける變化	
	C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	W	始點 (Ac ₁)	終點 (Ac ₁)	始點 (Ar ₁)	終點 (Ar ₁)
1M	0.39	3.02	0.21	0.21	8.27	1.12		970	~	~	937
2M	0.39	3.22	0.29	0.26	10.21	1.10		998	~	~	~
3M	0.39	3.27	0.20	0.20	12.08	1.00		(1025~)	~	~	~
4M	0.40	3.10	0.18	0.32	14.14	0.86		(1075~)	~	~	~
5M	0.39	3.36	0.21	0.26	7.98	1.59		979~	~	~	~
6M	0.40	3.14	0.19	0.34	9.96	1.80		(1010~)	~	~	~
7M	0.39	3.18	0.18	0.45	11.92	1.82		(1050~)	~	~	~
8M	0.39	3.13	0.22	0.54	13.83	1.72		(1100~)	~	~	~
1W	0.35	2.57	0.17	0.21	8.37		1.06	932	956~	921~	896
2W	0.37	2.90	0.17	0.23	10.25		0.96	965	~	~	919
3W	0.38	3.31	0.20	0.21	12.00		1.52	1003~	~	~	~
4W	0.37	2.96	0.20	0.21	14.35		0.98	(1050~)	~	~	~
5W	0.38	2.86	0.20	0.20	6.81		2.02	951	~	~	901~
6W	0.38	3.12	0.20	0.23	9.90		2.51	984~	~	~	946~
7W	0.38	3.06	0.20	0.21	11.46		2.40	(1010~)	~	~	~
8W	0.40	2.74	0.16	0.20	14.49		2.48	(1060~)	~	~	~
1N	0.38	3.09	0.20	1.05	8.16			905	929	887	864
2N	0.38	3.17	0.25	1.01	10.32			929	~	~	892
3N	0.38	2.71	0.43	1.00	11.87			970	~	~	941~
4N	0.38	3.00	0.22	1.01	14.17			393	~	~	~
5N	0.37	3.18	0.24	2.00	9.00			851	887	842	800
6N	0.37	3.18	0.22	2.09	11.90			878	~	~	842
7N	0.39	3.05	0.22	2.10	13.75			878	~	~	~
8N	0.37	3.00	0.20	2.09	15.79			896	~	~	~

の始点及終点として示した。又~印は変態の始点或は終点の不明瞭な場合、カッコ内の数字は検鏡、硬度変化より推定した温度である。以上の結果より変態点はC量と共に一般に稍々降下する。又Moは1%に付き20°~30°, WはMo程著しい影響はないが5°~20°C上昇せしめる。Niは変態点を著しく降下せしめ1%に付き約50°Cである。尙Si, Crの影響に就ては既に第1報に報告した如くSiは1%に付き30~50°C, Crは10~20°C上昇せしめる。

2. 温度に依る組織成分の変化 600°~1300°Cより氷水中に焼入して検鏡並に硬度測定に依り温度に依る組織成分の変化を調べた。

3. 切斷状態圖の構成 以上の實驗に基いて數種の切斷状態圖を構成した。代表的な例を第1~3圖に示す。

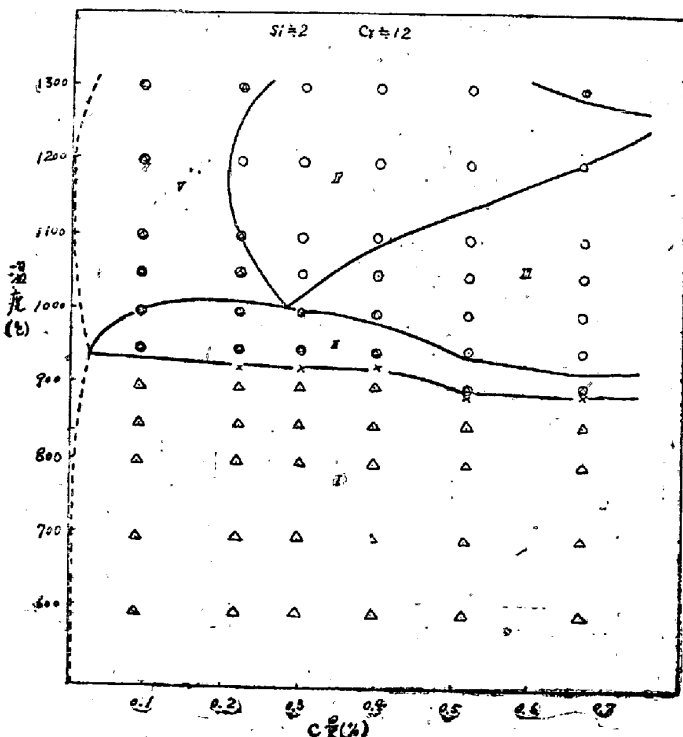
1) Cはγ相の界域IVを高クロム側に移動せしめる。即ちγループの反曲點はSi2%の場合はCの増加と共に14.5% Cr, 15% Cr, 16% Crに移動し, Si3%の場合はCと共に12.5% Cr, 13.5% Cr, 14.5% Crの如く變化する。

次にCは變態區間IIを狭めるが、炭化物とγ相の共存する界域IIIを高溫に移動せしめる。又熔融點を降下してC0.5%, Si3%に於ては1300°Cに於て液體が表はれる。

共析點はCr12%, Si2%に於ては約0.3% C, Cr12%, Si3%に於ては約0.4% Cにある。

2) Moは第2圖に見る如くγ相の存在界域IVを

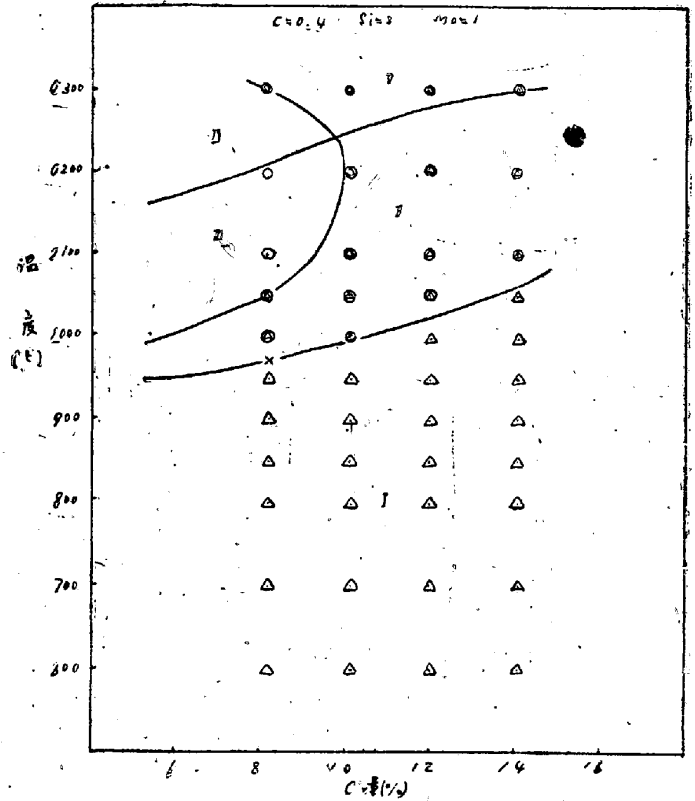
第1圖



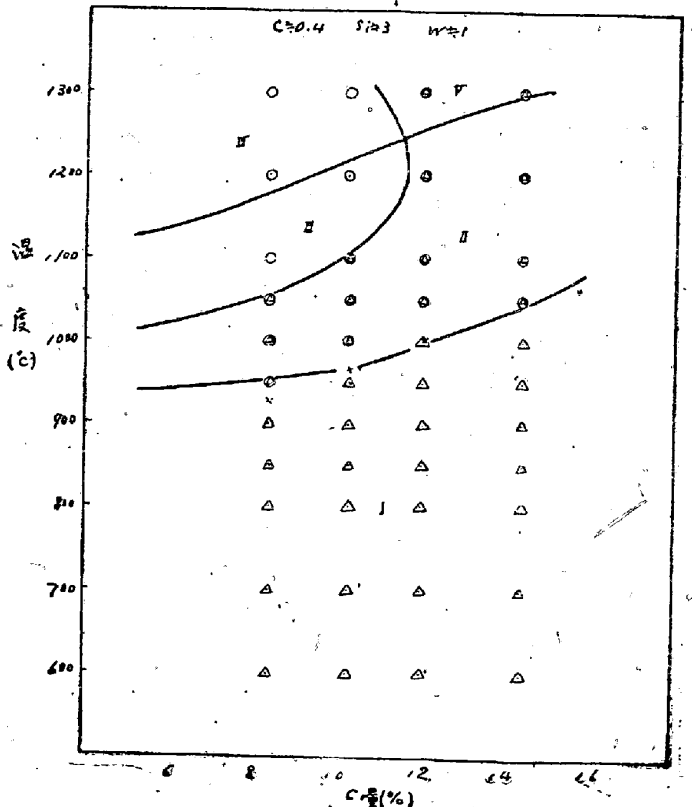
著しく低クロム側に移動し, γループの反曲點はMo0%の場合は13.5% Cr, Mo1%添加したものは約10% Cr, 更にMo2%に於ては7% Cr附近になる。

WもMoと同様の作用を有するが(第3圖), その影響はMo程顯著でなく, W1%で11.5% Cr,

第2圖



第3圖



W 2% で 10% Cr 附近に移動する。

Mo, W を添加する際には本状態圖に依りフェライトのループにはいらざる如く C, Si, Cr 量を調整せねばならぬ。

3) Ni は Mo, W と異り界域 IV を擴大する。反點曲は Ni 1% で 14% Cr, Ni 2% で 16% Cr 以上に移動せしめる。Ni は屑鐵中より混入し、時には以 1~2% 程度に達することがある。この場合は γ 界域を擴大して γ ループ外に出る心配はないが、變態點を低下せしめ且つ網目狀炭化物の生成を助長して却て衝擊値を低下せしめるから Ni の混入は出来る限り避けねばならぬ。

IV 總括

第1報に於て報告せる Fe-C-Cr-Si 系切斷状態圖に及ぼす C, Mo, W, Ni 等の影響を調査した。その

結果を總括すれば次の如くである。

1) C は γ ループの反曲點を高クロム側に移動せしめる。熔解中 Si, Cr 量の如何に依てフェライトのループ内に入つた場合には C を許容範圍内に於て高めれば衝擊値の低下を未然に防止し得る。共析點は Si 2%, Cr 12% に於ては C 0.3%, Si 3%, Cr 12% に於ては C 0.4% 附近にある。

2) Mo, W は反曲點を何れも低クロム側に移動せしめるが、Mo の作用が特に著しい。従て Mo を含むシルクロム鋼にありては本状態圖に依りフェライトの領域に入らざる如く極力注意を要する。

3) Ni は γ 界域を擴大するから、この點に於ては有利である。然し變態點を低下せしめ且つ網目狀炭化物の生成を助長するからその混入を避けねばならぬ。

(昭. 23. 3. 24 寄稿)

シルクロム鋼に関する研究 (III)

(日本鐵鋼協會第 28 回講演大會講演 昭 17.10)

山中直道* 佐藤恭次郎*

SEVERAL RESEARCHES INTO SILCROME STEEL (3rd Report)

N. Yamanaka and K. Kato

Synopsis:— The relations between the mechanical properties and the sectional diagrams decided by authors were researched. Besides, the short time tensile test at high temperature, resistance to oxidation and the effect of long period of reheating on this steel were also studied.

I 緒言

前報に於て Fe-C-Cr-Si 系切斷状態圖並にそれ等に及ぼす C, Mo, W, Ni 等の影響に就て報告し、シルクロム鋼の成分を選定するに當つてはこれ等の状態圖に基き γ 領域外に出ない様に注意せねばならぬと述べた。本報告は上記研究に用ひた試料に就て状態圖と機械的性質との關係を調査すると共に高温強度、耐酸化性、再加熱に依る脆化現象等に就て述べたものである。

II 實驗試料

前報に用ひた試料に就て調査した。即ち C 0.1~0.5%, Si 0~5%, Cr 6~16% の範圍にて種々組合せたもの並に C 0.4%, Si 2~3%, Cr 8~14% に Mo, W, Ni を 1~2% 添加したものの合計 82 種類の廣範圍に渉るものである。

III 實驗結果

1. 常溫に於ける機械的性質 燒入溫度は Si 0.5,

1% の場合は 950°C 油冷, Si 2% は 1000°C 油冷, Si 3% は 1050°C, Si 4% は 1100°C, Si 5% は 1150°C とし、燒入溫度は Si 0.5, 1% のとき 750°C 800°C 油冷, 其他は 800°C, 850°C 油冷の 2 種類とした。抗張試験片は第四號試験片, 衝擊試験片はシャルピー型である。實驗結果の概略を述べれば次の如くである。燒入硬度は γ 領域内では Si の増加と共に一般に大となり、Cr は稍々低下させる。C も大にする。Mo, W, Ni は殆ど影響がない。然し α 領域にはいると共に何れも硬度が激減する。燒入硬度は C, Si の増加に伴つて稍々上昇し、それに伴ひ抗張力、降伏點は上昇する。Cr は稍々減少させる傾向がある。Mo, W は燒入抵抗を大にするために燒入硬度、抗張力、降伏點が大になるが、その作用は Mo の方が大きく Mo 1% は W 2% の場合と同様の効果を示してゐる。Ni は硬度を減少させる。衝擊値は γ 領域内にあるときは何れも 3 mkg/cm² 以上を有してゐるが α 領域内には

* 特殊製鋼株式會社研究部