

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った場合には 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,

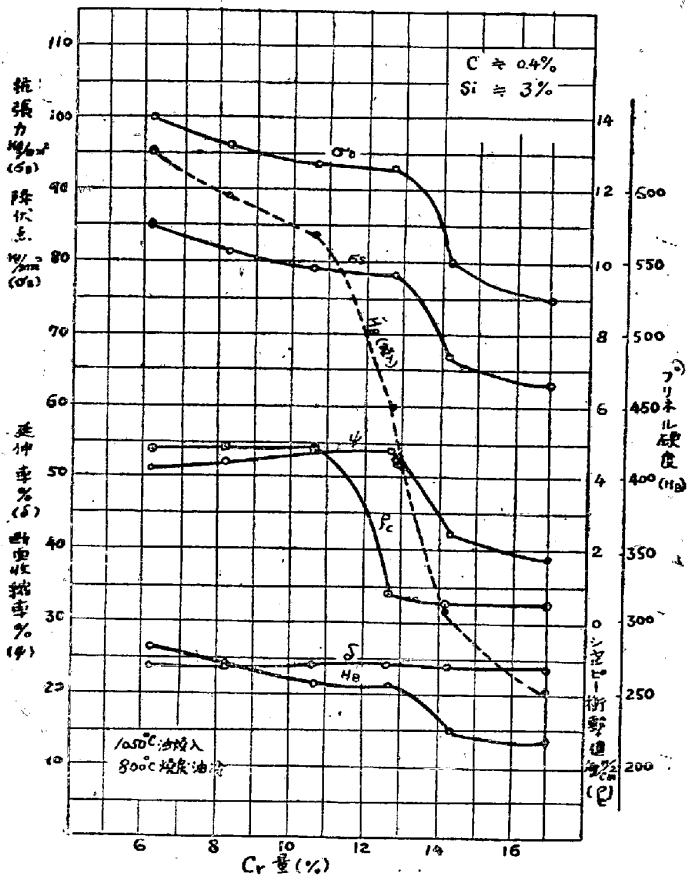
1% の場合は 950°C 油冷, Si 2% は 1000°C 油冷, Si 3% は 1050°C, Si 4% は 1100°C, Si 5% は 1150°C とし、燒入溫度は Si 0.5, 1% のとき 750°C 800°C 油冷, 其他は 800°C, 850°C 油冷の 2 種類とした。抗張試験片は第四號試験片, 衝擊試験片はシャルピー型である。實驗結果の概略を述べれば次の如くである。燒入硬度は γ 領域内では Si の増加と共に一般に大となり、Cr は稍々低下させる。C も大にする。Mo, W, Ni は殆ど影響がない。然し α 領域にはいると共に何れも硬度が激減する。燒入硬度は 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

いと共に激減して殆ど0になる。但し例へγ領域内にあつても Si が 3.5% 以上のものは 3 mkg/cm² 以下になる。即ち Si 自身の脆化作用が著しいことを示してゐる。Cr は γ 領域では殆ど影響がない。C は 0.3~0.5% の間では著しい変化はないが 0.5% 以上になると悪化する。Mo, W は焼戻硬度の高い爲めにも依るが良くなつてゐない。Ni は焼戻硬度が低いにも拘はらず衝撃値が低下してゐる。これは顕微鏡組織を調べた結果網目状炭化物の生成を助長する結果であることが判明した。

第1圖は C 0.4%, Si 3% の場合に於て機械的性質と Cr 量の關係を圖示したもので著者等の決定した状

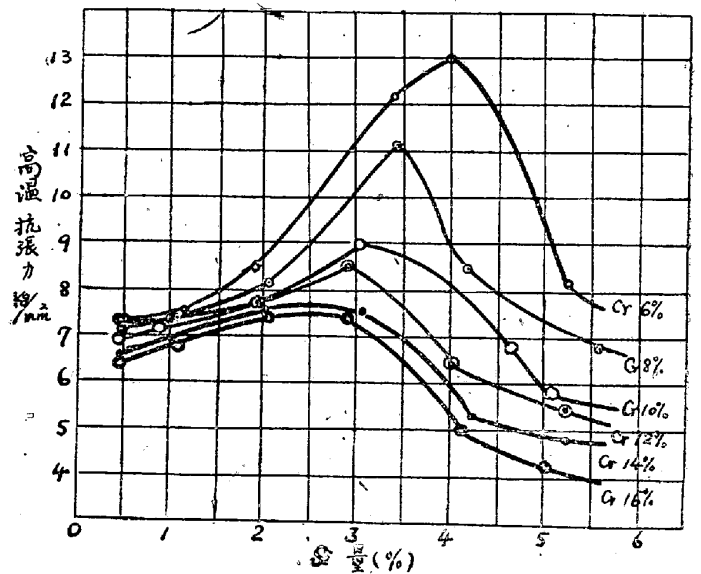
第 1 圖



態圖との關係が諒解出来る。即ち Cr 13.5% 以上で衝撃値が殆ど0となり硬度抗張力が激減してゐるのは α 領域にはいるためである。又 Cr 12.5% のものは γ 領域内にあるにも拘はらず衝撃値が低いのは焼入温度 1050°C が低いため、充分焼入効果を有する様に 1100°C より焼入して 800°C で焼戻したものは第1表に示す様に良くなつてゐる。之れに反し試料2の如く完全に α 領域にはいつたものは焼入温度を上げても衝撃値は何等改良されないのである。

2. 短時間高温抗張試験 (1) の試験と同様の熱處理を施したものに就て 800°C に於て短時間高温抗張試験を行つた。即ち 800°C に約 40 分間保熱して充分熱的平衡に達せしめて後極めて徐々に荷重をかけて引張つた。引張りに要した時間は總て約 30 分である。試験結果の一部を第2圖に示した。これに依ると Cr の増加と共に抗張力は減少し、Si は大にするが Cr

第 2 圖



6~8% の間はその影響は大きい、Cr 10% 以上では少ない。又 α 領域にはいると共に何れも低下してお

第 1 表

主要成分	降伏點 kg/mm ²	抗張力 kg/mm ²	延伸率 %	断面收縮率 %	シャルピー kgm/cm ²	ブリネル硬度		熱處理		組織成分
						焼入	焼戻	焼入	焼戻	
試料 1										
C 0.40	78.4	93.0	24.2	54.0	0.9	451	256	1050°	800°	S+F+C
Si 2.91										
Cr 12.65	80.0	97.4	24.6	54.2	3.8	510	263	1100°	800°	S+C
試料 2										
C 0.42	67.0	79.9	24.0	43.2	0.5	307	226	1050°	800°	S+F+C
Si 3.03										
Cr 14.17	70.5	89.7	24.6	43.4	0.9	432	245	1100°	800°	S+F+C

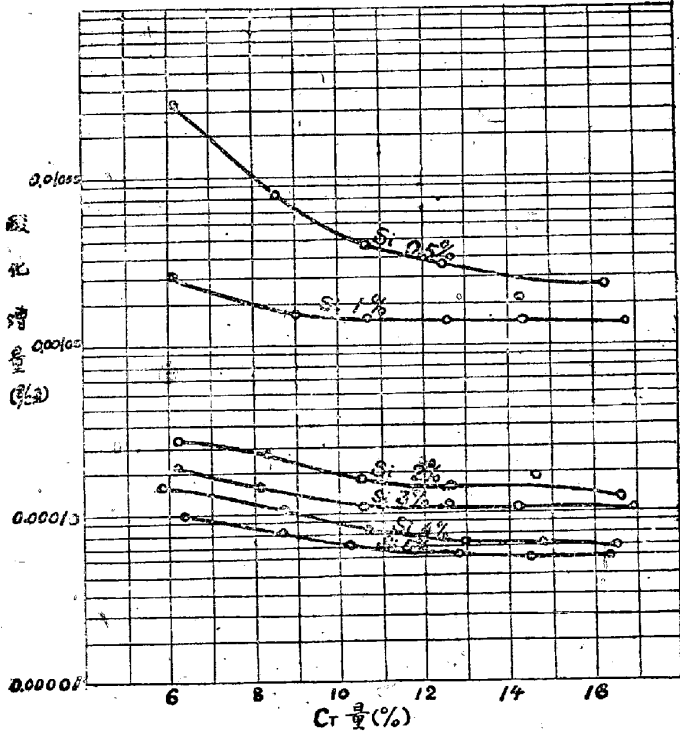
S=ソルバイト, F=地鉄, C=炭化物

り、丁度 α - γ 界域の境界で極大点を有する曲線を形造る。

Mo, W は何れも高温抗張力を大にし α 領域内に於ても更に上昇させる。又 C は大にし Ni は低下させる。

3. 耐酸化性 前述と同様の熱処理を行つた後直径 5 mm, 長さ 50 mm の試片を採取し、エメリー 40

第 3 圖



迄研磨してエーテルにて油を良く拭つた後 800° にて 50 時間自然通風の下で加熱した。単位面積當りの重量増加をもつて耐酸化性を比較した。第 3 圖にその一例を示す。Cr が増加すると耐酸化性が徐々に良くなるがその程度は少い。Si は 1% より 2% になるときに階段的に耐酸化性をまし、それ以上は徐々によくなる。Mo, W, Ni はこの範囲では多少良くなる程度で殆ど影響がない。C は明らかに耐酸化性を減ずる。

4. 再加熱に依る脆化現象

弁は使用中繰返し加熱をうけるために脆化する。従つて熱処理後の再加熱に依る脆化現象を調査しておく必要がある。第 2 表に示すものを 1000°C より油焼入し、800°C にて焼戻後油冷したものを 700°, 800°C にて 2, 20, 200 時間連続再加熱した後衝撃試験片を切り出して試験した。その結果を第 3 表に示す。これに依ると何れも 2 時間程度で急激に衝撃値が低下し特に Mo, W を含むものが著しい。

第 2 表

試料	化 學 成 分					
	C	Si	Mn	Cr	Mo	W
1	0.36	2.15	0.48	8.10	—	—
2	0.39	2.99	0.27	7.00	0.81	—
3	0.45	2.72	0.30	7.82	2.11	—
4	0.33	2.26	0.26	7.02	—	1.08
5	0.40	1.87	0.26	8.31	—	2.15

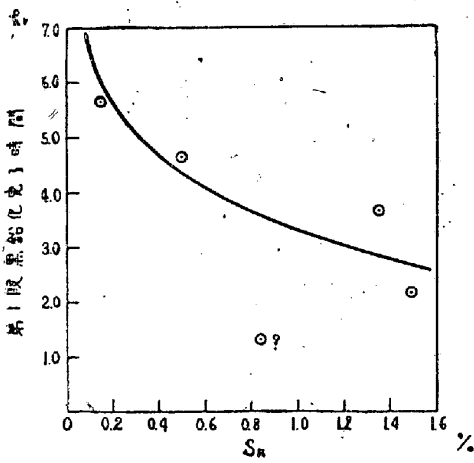
第 3 表

試料	700° に於ける保持時間	衝撃値 mkg/cm ²	ブリネル硬度	800° に於ける保持時間	衝撃値 mkg/cm ²	ブリネル硬度
1	0	6.2	260	0	6.2	260
	2	3.3	265	2	6.0	262
	20	2.1	260	20	5.5	260
	200	0.9	253	200	2.1	255
2	0	5.0	265	0	5.0	265
	2	0.6	265	2	0.4	265
	20	0.5	265	20	0.9	265
	200	0.6	260	200	1.2	264
3	0	4.5	267	0	4.5	267
	2	0.4	265	2	1.1	265
	20	0.4	267	20	0.5	267
	200	0.4	265	200	0.6	248
4	0	5.0	262	0	5.0	262
	2	0.5	265	2	1.1	262
	20	0.9	260	20	1.1	260
	200	0.7	257	200	1.9	230
5	0	4.2	265	0	4.2	265
	2	0.6	265	2	0.9	265
	20	0.6	267	20	0.4	260
	200	0.5	260	200	0.6	237

一定条件を與へなければならぬ。之が爲にガス熱膨脹計内に常に 25 cc/min なる一定通氣量を以つて空気を送りつゝ加熱を行ふ事とした。又試片の成分より見て其第一段黒鉛化の完了には高温度に於ても可成り長時間を要するものと豫想されたので熱膨脹試験を行ふ前常に試片を空氣中に於て 970°C の爐中に入れ同温度に5分間保持したる後 9°C の水中に焼入れする事とした。¹⁾

實驗結果 實驗結果は第7表及び第3圖の如くである。

第3圖



以上の結果は餘り正確であるとは云へないのであるが Sn が少くとも本質的に用ひたる成分範圍の白鉄の第一段黒鉛化を促進する作用を有する事が明に認められるのであつて、之は菊田博士の實驗結果に一致する。

……(17 頁よりつづく)……

尚試料 1 に就て 200°~800°C の間で 2, 20, 200 時間再加熱した結果に依ると 400° 附近より脆化が起り 200 時間の究局の状態では、600°C で極小となり、それ以上では脆化程度が少なくなつてゐる。以上の現象は焼戻脆性と全く同様で析出相の溶解、析出並にその量及び凝集状態に依て説明することが出来る。尚焼戻温度 800°C に於ても再加熱に依り脆化するのば焼戻の進行と炭化物の凝集及び粒界への移動に依るものと思はれる。

IV 總括

以上の諸性質に就て試験した結果を總括すれば次の如くである。

1) 化學組成が γ 領域内にあるときは著しい衝撃値の低下が起らない。然し例へ γ 領域内にあつても Si が 3.5% 以上になると Si 自身の脆化作用のために衝撃値が急に悪化する。又 γ 領域内にあつても反曲點に

第7表 實驗結果

試片番號	Sn (%)	第一段黒鉛化完了間時 (時 分)	
20	0	> 6	
21	0.15	5	50
22	0.50	4	41
23	0.85	1	20 (?)
24	1.36	3	54
25	1.50	2	10

尚焼鈍前後に於ける試片の組織には何等の特異點も認められなかつた。

III 結 論

以上の實驗結果を總合するに Sn は鑄鐵が凝固する際に起る黒鉛化を妨ぐるのであるが白鉄の第一段黒鉛化に對しては之を促進する作用を有するものと考へられる。前述の如く一般に種々の元素は鑄鐵が凝固する際に起る黒鉛化と白鉄の第一段黒鉛化に對し同様の影響を及ぼすものであつて兩種黒鉛化に對し相反する影響を及ぼす元素は現在 Sn 以外に見出されて居ない。之は鑄鐵が Sn を含む場合兩種黒鉛化の機構に著しい差違の存する事を示唆するものであつて此點に於て Sn と鑄鐵の黒鉛化との關係は甚だ興味ある將來の問題であると云はなければならぬ。

(昭和23年3月28日寄稿)

1) 齋藤, 澤村: 鐵と鋼参照

近い組成のものは焼入温度が低いと衝撃値が悪化するから状態圖を參考にして充分焼入効果を有する様に焼入温度を選定せねばならぬ。又 Ni は網目狀炭化物の生成を助長するから出来るだけ低くする必要がある。

2) 高温強度は Si と共に上昇するも Cr 10% 以上では効果が少い。Cr は却つて低下させる。又 Mo, W は上昇, Ni は低下させる。

3) 耐酸化性は Si が 1~2% の間で段階的に増加するが 2% 以上は著しくない。Mo, W, Ni は殆ど影響はない。C は悪化させる。

4) 以上の諸性質の變化及び變態點等より考へて Si 2% 以上, Cr 10% 以上餘り Si, Cr を多くするのは得策ではない。

5) 焼戻後の再加熱に依り脆化する。この現象は焼戻脆性の理論より説明出来る。