

- 3, 4) J. E. Stead: J. of Iron and Steel Inst., 1906 No. 1 467.
 5) F. Wüst & H. L. Feiser, Metallurgie 1910 Vol. II 363.
 6) J. E. Stead: 前出.
 7) H. M. Howe: Trans of Am. Inst. of Mining Eng., 1909 Vol. XL, 644.
 8) S. S. Knight: Iron Trade Review, 1910 Vol. XLVI 475.
 9) F. Wüst & H. L. Feiser: 前出.
 10) E. Heyn & D. Bauer: Stahl u. Eisen 1912 Vol. XXXII 406.
 11) G. A. Smart: Heat Treating and Forging, 1931 Vol. 17, 762.
 12) J. E. Stead 前出
 13) H. M. Howe: 前出.
 14) H. M. Howe: Trans. A. I. M. E., 1909 Vol. XL, 644.
 15) P. Oberhoffer, Stahl u. Eisen 1934 Vol. 47 1782.
 16) I. E. Stead: 前出.
 17) 日本學術振興會第 19 小委員會報告 X, 190 昭和 15 年 7 月.
 18) 同 上

特殊鑄鋼の研究(III)

(特殊鑄鋼の鑄造組織に就て)

(昭和 24 年 10 月本會講演大會にて講演)

三ヶ島 秀 雄*

RESEARCHES ON THE SPECIAL CAST STEEL (III)

(ON THE CASTING STRUCTURE OF SPECIAL CAST STEEL)

Hideo Mikashima

Synopsis: The author studied on the cast structures of some special cast steels which were made to add Ca-Si, Ni or Mn in Cr-Mo cast steel, and Cr, W, V, Ti or Al in Cr-Mn-Si cast steel as follows.

Special cast steel, two types of cast structures are disintegrated, that is, the network structures and the dendritic ones. The network structures are formed with Si, Ni or W. But even in each case if these elements are not adequately used for the network formation, the dendritic ones appear.

There exist two cases in dendritic structures, one refined by the addition of Si, Cr, V or W, the other not refined by Ni or Mn.

I. 緒 言

著者は第 I 報¹⁾に於て Cr-Mo 強靱鑄鋼鑄造組織と C 及び Si 含量 (Fe-Si の形で添加) との関係並びに焼鈍に依る樹枝状品の擴散現象に就て述べたが、今回は之に引き続き Si を珪化カルシウムの形で添加した場合並に Cr-Mo 鑄鋼に對する Ni, Mn の影響及 Cr-Mn-Si 鑄鋼に對する Cr, W, V, Ti 及び Al 等の諸元素を添加した場合の鑄造組織生成の形態に就て試験した結果を報告し、鑄造組織生成の機構に關しては第 4 報に報告す

る。

鑄造組織に關する從來の文献に依れば、C は樹晶の發達を助長し Si は粗大化すと云われている²⁾。太田³⁾氏は Si 0.2% 以下では樹晶は外圍のみに限られ内部は粒狀品となるが、Si 0.25% 以上になれば全部樹枝狀品になると報じている。併し太田氏の取扱つた鋼は C 含量が高いこと (C 0.4%) Si 含量が脱酸劑程度に過少なこと (Si 0.17~0.33%) 及び之が普通鑄鋼である事等から、

* 九州工業大學金屬工學教室, 工博

著者の場合と同一問題とは考えられない。

又 Ni は鋼の樹晶を粗大化することは Sauveur-Reed³⁾ に依て認められ、Martin⁵⁾ も Ni 3% 迄は樹晶を發達させるが、それ以上では緩慢であると報じている。又 Cr は單獨の場合には樹晶を小にするが、Ni と共存する場合には發達を助長すると云われている。

又鋼に Al, Ti, V 等の添加は一般に樹晶を微細化すると云われている。Comstock は Ti は樹晶の微細化に著しい効果を有し、0.105% の Ti の添加で樹晶は極めて微細となり、Ti が 0.15% 以上になれば殆ど樹晶は現れず微細組織となると云う。

II. 試料の調製及び実験方法

本研究に使用した試料は主として Cr-Mo 及び Cr-Mn-Si 系の強靱特殊鑄鋼である。試料の調製方法は第 1 報に述べたと同様である。試料は第 1 報第 1 圖に示す様に厚肉部 45×60mm, 薄肉部 17×60mm の押湯付 L 型試料とし、この押湯切断面又は縦断面に就てマクロ組織を検査した。試料は研磨後 1:1 の温鹽酸溶液(約 70°C)で強腐蝕をした。その腐蝕時間は鋼種に依て異なるが大體 30~60 分程度である。之を水洗い乾燥後軽く表面を研磨しマクロ組織を観察し尙 1.2 倍の擴大率で寫眞に撮影した。

III. 実験結果

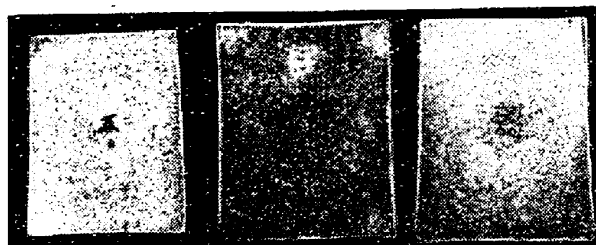
(1) 網状組織の生成に関する研究

(a) Si の影響: Cr-Mo-Si 鑄鋼(Si は Fe-Si の形で添加)の鑄造組織に就ては既に第 1 報に述べたが、Fe-Si の代りに珪化カルシウムを添加した場合に就て試験した。第 1 表は珪化カルシウムの成分を、第 2 表は之を添加した Cr-Mo-Si 鑄鋼(但し Si は分析に依て得た

残留珪素)の成分を示したものである。

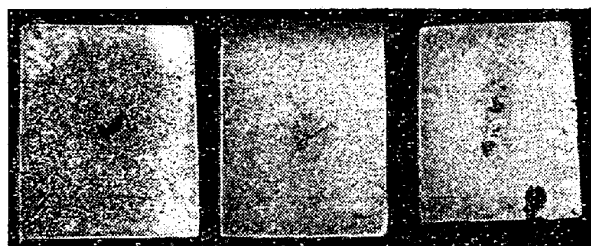
第 1 表 珪化カルシウムの化學成分

Ca%	Si%	Fe%	Mn%	P%	S%
34.81	62.79	3.13	0.08	0.059	0.029



(a) 212 C 0.19% Si 0.28%
(b) 210 C 0.25% Si 1.95%
(c) 211 C 0.22% Si 2.31%

第 1 圖 Cr-Mo 鑄鋼のマクロ組織に及ぼす珪化カルシウムの影響
第 I 類 C 0.19~0.25% ×1.2 (縮尺)



(a) 203 C 0.29% Si 0.56%
(b) 206 C 0.30% Si 1.16%
(c) 207 C 0.33% Si 1.92%

第 2 圖 Cr-Mo 鑄鋼のマクロ組織に及ぼす珪化カルシウムの影響
第 II 類 C 0.27~0.33% ×1.2 (縮尺)

第 1 圖 (a)~(c) 及び第 2 圖 (a)~(c) はそれ等試料のマクロ組織の一例を示すもので、第 1 圖は低炭素鑄鋼(第 I 類)、第 2 圖は高炭素鑄鋼(第 II 類)を示す。第 I 類では Si 0.5% 迄の 212. 及び 213 は第 1 圖 (a) の様に

第 2 表 Cr-Mo-Si 鑄鋼の化學成分

C含量に依る類別	番 號	C%	Cr%	Mo%	Mn%	Si%	P%	S%
第 I 類 C 0.19~0.25%	212	0.19	0.81	0.30	0.59	0.28	0.009	0.020
	213	0.21	0.93	〃	0.63	0.50	0.008	0.029
	214	0.22	0.85	〃	0.56	0.75	0.008	0.017
	209	0.24	1.00	〃	0.70	1.29	0.006	0.023
	210	0.25	1.09	〃	0.75	1.59	0.012	0.023
	211	0.22	0.97	〃	0.73	2.31	0.007	0.012
第 II 類 C 0.27~0.33%	202	0.27	1.08	0.30	0.81	0.33	0.006	
	203	0.29	1.09	〃	0.79	0.56	0.008	0.018
	204	0.30	1.03	〃	0.68	0.77	0.009	0.018
	215	0.30	0.90	〃	0.57	1.02	0.010	0.023
	206	0.30	1.07	〃	0.67	1.16	0.007	0.015
	207	0.33	1.02	〃	0.68	1.92	0.011	0.014

第3表 Ni-Cr-Mo鑄鋼の化學成分

C含量に依る類別	番 號	C%	Ni%	Cr%	Mo%	Mn%	Si%	P%	S%
第 I 類 C 0.12~0.14%	154	0.14	1.04	0.95	0.25	0.61	0.61	0.007	0.025
	179	0.12	1.66	0.90	〃	0.50	0.41	0.014	0.021
	156	0.12	2.08	0.96	〃	0.53	0.62	0.009	0.020
	181	0.14	2.67	0.88	〃	0.51	0.62	0.006	0.015
第 II 類 C 0.17~0.19%	153	0.17	0.69	1.05	0.25	0.60	0.66	0.007	0.021
	175	0.17	1.16	0.95	〃	0.51	0.62	0.012	0.015
	177	0.17	2.04	0.88	〃	0.63	0.57	0.014	0.019
	178	0.17	2.59	0.95	〃	0.51	0.59	0.005	0.008
	157	0.19	3.10	0.95	〃	0.61	0.56	0.009	0.011

大部分は柱狀晶をなすが、Si 0.75~1.95% を含む 214, 209 及び 210 は (b) の様に何れも全面的に網狀組織を呈する。更に Si が増加して 2.3% (211) となれば (c) の様に網狀組織は現れず樹枝狀組織となる。又第 II 類では Si 0.3% を含む 202 は微細な柱狀晶をなすが、Si 0.5~1.0% を含む 203, 204 及び 215 は第 2 圖 (a) の様に網狀組織を呈する。然るに C が 1.16% となれば (b) の様に Si が増加すれば樹晶は内部迄全面的に發達粗大化する (c)。

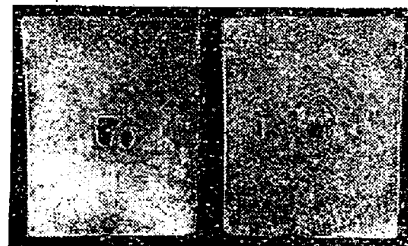
この様に Cr-Mo 鑄鋼の網狀組織は C 及び Si 含量に依て左右せられ、低炭素の場合には或程度 Si 量が多くても網狀組織が現れるが、高炭素の場合には Si 量を減じて樹枝狀晶となる傾向が大である。

(b) Ni の影響: Cr 1%, Mo 0.25%, Mn 0.6% Si 0.6% を含む Cr-Mo 鑄鋼に Ni を 0.7~3.0% 添加して鑄造組織の生成状態を試験した。第 3 表はその試料の成分を、第 3 圖及び第 4 圖 (a), (b) はそのマクロ組織の一例を示したものである。C 0.12~0.14% を含む第 I 類は何れも網狀組織を示す (第 3 圖)。C 0.17~0.19% を含む第 II 類は Ni 2% 迄は何れも網狀組織を示す (第 4 圖 (a))。が、Ni 2.6% を含む 178 は四隅に少し網狀組織を示すのみで他は殆ど樹枝狀晶となる。更に Ni を増加すれば (b) の様に網狀組織は現れず全く樹枝狀組織のみとなる。併しこの Ni-Cr-Mo 鑄鋼も更に C 量を高むれば、後述の様に Ni 添加量の如何に拘らず網狀組織を示さず殆ど柱狀晶或は樹枝狀晶となる。

(c) W の影響: 第 4 表は Mn 1.0%, Si 0.6% を含む Mn-Si 鑄鋼及び之に Cr 1.0% 添加した Cr-Mn-Si 鑄鋼に W 0.4~2.0% を添加した試料の成分を示すものにして第 5 圖 (a), (b) 及び第 6 圖 (a), (b) はそのマクロ組織の一例を示したものである。但し第 5 圖は Cr を含まない Mn-Si-W 鑄鋼、第 6 圖は Cr 1% を添加した Cr-Mn-Si-W 鑄鋼のマクロ組織である。Mn-Si-W 鑄鋼では W 1.05% を含む 403 は殆ど樹枝狀晶にして四



181 C 0.14%, Ni 2.67%

第 3 圖 Cr-Mo 鑄鋼のマクロ組織に及ぼす Ni の影響
第 I 類 C 0.12~0.14% ×1.2 (縮尺)(a) 177 C 0.17% Ni 2.04%
(b) 157 C 0.19% Ni 3.10%第 4 圖 Cr-Mo 鑄鋼のマクロ組織に及ぼす Ni の影響
第 II 類 C 0.17~0.19% ×1.2 (縮尺)

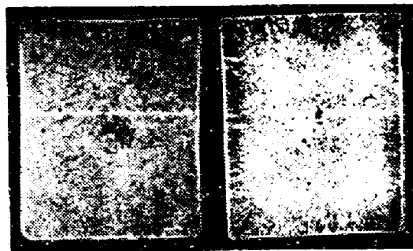
隅に少し網狀組織らしいものが現れるに過ぎないが (第 5 圖 (a)) W が増加して 1.53% (401) となれば (b) の様に明瞭に網狀組織を示す。更に W が増加すればこの網狀組織の網目は細くなる。又 Cr-Mn-Si-W 鑄鋼では W 0.77% を含む 452 は幾分網狀をなす気味があり、W 1.09% を含む 453 では明かに網狀組織を示し (第 6 圖 (a))、W 2.06% を含む 454 では網狀組織は極めて微細なものとなる (b)。尙之等の鑄鋼に於ても更に C 量を増加すれば適量の W を含むものでも網狀組織を示さないことは他の鋼種の場合と同様である。

(2) 樹枝狀組織の粗密に関する研究

上述の鑄造組織は總て網狀を呈するものゝみに就て取扱つたが、之等鑄鋼でも成分が範圍を超れば樹枝狀晶となり、或は鋼種に依ては添加成分に拘らず樹枝狀晶

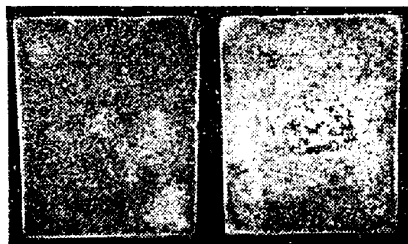
第4表 Mn-Si-W 及び Cr-Mn-Si-W 鑄鋼の化學成分

鋼種	番 號	C%	Cr%	Mn%	Si%	W%	P%	S%
Mn-Si-W 鑄鋼	402	0.19	—	0.92	0.57	0.43	0.005	—
	403	0.17	—	0.91	0.51	1.05	0.008	0.030
	401	0.22	—	0.94	0.61	1.53	0.005	0.017
	404	0.18	—	0.87	0.53	2.09	0.005	0.023
Cr-Mn-Si-W 鑄鋼	452	0.20	0.91	1.00	0.50	0.77	0.007	0.007
	443	0.25	0.96	0.98	0.57	1.09	0.004	0.012
	455	0.25	1.00	1.01	0.73	1.35	0.005	0.015
	454	0.19	0.97	0.98	0.55	2.06	0.008	0.010



(a) 403 C 0.17% W 1.05%
 (b) 401 C 0.22% W 1.53%

第5圖 Mn-Si 鑄鋼のマクロ組織に及ぼす W の影響 ×1.2 (縮尺 1/2)



(a) 453 C 0.25% W 1.09%
 (b) 454 C 0.19% W 2.06%

第6圖 Cr-Mn-Si 鑄鋼のマクロ組織に及ぼす W の影響 ×1.2 (縮尺 1/2)

を生成するものもある。この様にマクロ組織には網狀品をなすものと樹枝狀品をなすものとの二種がある。この樹枝狀品も添加成分の種類及び添加量に依て異り、或鋼種では添加成分の増加と共に樹晶は微細化せられるが、過量となれば却て粗大化するものもあり、又少量の元素添加も著しく微細化し、更に成分を増加しても影響のないものもある。尙樹晶の粗密が添加成分の影響を受けぬもの、又は或量迄は影響ないがそれ以上添加すれば粗大化する等種々の状態を呈するが、本研究では樹晶を微細化するものと微細化しないものゝ二種に分類して添加元素の影響に就て述べる。

A 樹枝狀組織を微細化するもの

(a) Si の影響:— Cr 1%, Mo 0.35%, Mn 0.6~1.0

%を含む Cr-Mo 鑄鋼に Si を添加 (Fe-Si の形で) した場合のマクロ組織の粗密度は

$$K=4a+b \quad (\text{但し } a=C\% \quad b=Si\%)$$

で表される (第1報)。この場合 $K=2.2$ のものは組織が最も細かく、 $K=1.9\sim 2.5$ のものは比較的微細組織で、 K が之より過大又は過小の場合には樹晶は粗大化する傾向を示す。

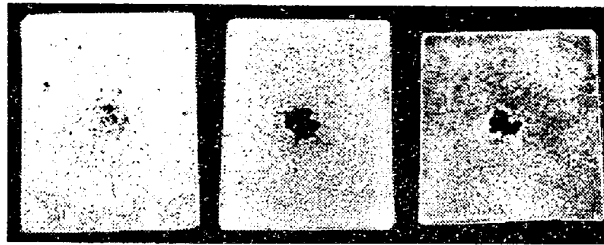
この様に Si の添加は低炭素では Si を相當含んでもマクロ組織は微細であるが、高炭素では少量の Si 添加の場合にのみ組織は微細となり、過剰 Si は樹晶を著しく粗大化する。即ち Cr-Mo-Si 鑄鋼の微細組織は C 0.2% では Si 1.4%, C 0.3% では Si 1.0%, C 0.4% では Si 0.6% の場合に得られ、それ以上 Si が過剰となれば樹晶は粗大化し、又逆に Si が之より過少の場合にも樹晶が大となる。

(b) Cr の影響:—第5表は Mn 1%, Si 0.8% に略々一定し、Cr 0~3% を添加した Cr-Mn-Si 鑄鋼の成分及びマクロ組織の状態を示すものにして、第7圖 (a)~(c) は之等マクロ組織の一例である。この結果に依れば C 0.20~0.23% 程度の低炭素の第I類では Cr 0.5% の 501 (a) は樹晶が大であるが、Cr 1% を含む 561 (b) は樹晶が稍小となり、更に Cr を増加して 1.2% を含む 502 (c) では極めて微細となる。尙それ以上 Cr を添加しても殆ど變化がない。第II類の C 0.34~0.38% の高炭素のものでは、第5表からも明かな様に Cr 1.5% 迄は樹晶は相當大であるが、それ以上 Cr を添加すれば微細となる傾向がある。即ち本鑄鋼では低炭素の場合には 1.2% 程度の Cr を添加すればマクロ組織は微細となるが、高炭素の場合には更に多量の Cr (Cr 1.8% 以上) を添加しなければ効果がない。

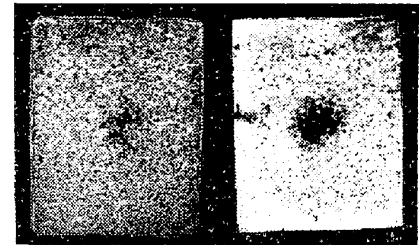
(c) V の影響:—第6表は Cr 1%, Mn 1%, Si 0.8% に略々一定した Cr-Mn-Si 鑄鋼に V 0~0.25% を添加した Cr-Mn-Si-V 鑄鋼の成分及びマクロ組織の状態を示すものにして、第8圖 (a), (b) はそのマクロ組織の

第5表 Cr-Mn-Si 鑄鋼の成分及びマクロ組織の状態

C含量に 依る類別	番 號	化 學 成 分 %						マクロ組織の状態
		C	Cr	Mn	Si	P	S	
第 I 類 C 0.20~ 0.23%	501	0.20	0.50	0.96	0.84	0.006	0.017	樹枝狀晶相當大 樹枝狀晶稍小となる 微細組織 同 上 同 上
	561	0.23	1.06	0.93	0.72	0.006	0.015	
	562	0.20	1.21	0.92	0.84	0.003	0.015	
	563	0.20	1.88	0.94	0.73	0.004	0.013	
	564	0.23	2.34	0.94	0.82	0.004	0.013	
第 II 類 C 0.34~ 0.38%	551	0.34	0.07	1.03	0.73	0.005	0.011	樹枝狀晶稍大 同 上 樹枝狀晶少く柱狀晶發達す 柱狀晶微細化する 微細組織 同 上
	555	0.38	0.48	1.06	0.78	0.006	0.009	
	556	0.37	1.53	1.11	0.76	0.009	0.011	
	513	0.38	1.80	0.94	0.77	0.005	0.011	
	557	0.34	2.03	1.04	0.72	0.006	0.009	
	558	0.36	3.04	1.04	0.74	0.009	0.015	



(a) 501 C 0.20% Cr 0.50%
 (b) 561 C 0.23% Cr 1.06%
 (c) 562 C 0.20% Cr 1.21%
 第7圖 Mn-Si 鑄鋼のマクロ組織に及ぼす
 Crの影響 ×1.2 (縮尺も)



(a) 528 C 0.22% V 0.15%
 (b) 530 C 0.23% V 0.25%
 第8圖 Cr-Mn-Si 鑄鋼のマクロ組織に及ぼ
 すVの影響 ×1.2 (縮尺も)

一例である。之等に就て見るにV 0.15%迄のものは樹晶が幾分粗である(a)がV 0.2%以上となれば(b)の様に着しく樹晶が微細化せられる。

(d) Tiの影響:—Vの場合と同様にCr 1%, Mn 1%, Si 0.8%に一定し, Tiを0.025~0.25%添加したCr-Mn-Si-Ti鑄鋼に就てマクロ組織を調べた。試料はFe-Ti処理前に脱酸剤としてAlを0.1%添加したものと添加しないものとの二種類を作つた。その試料の成分及びマクロ組織の状態は第7表に示す通りで、第9圖(a),(b)はTiのみを添加してAlで脱酸処理を行はぬもの、第10圖(a),(b)はTi添加前にAlで脱酸処理を行つたもの、マクロ組織を示したものであ

る。その結果に依ればAl脱酸剤を使用しないものでは第9圖の様にTi 0.15%附近迄はTi添加の効果が少い(a)が、Ti 0.2%以上を添加すればマクロ組織は微細となる。然るにTi添加前にAl脱酸剤で処理したものは第10圖の様にTi 0.10%を添加した618では樹晶が消失して網狀組織となり(a)、更にTiを増加して0.15%とすればマクロ組織は極めて微細となる(b)。而してTi処理前にAlで脱酸したものとは脱酸しないものに比較して全體的にマクロ組織が微細である。即ちTiは單獨に用いるよりもAlと共用する方が効果的である。

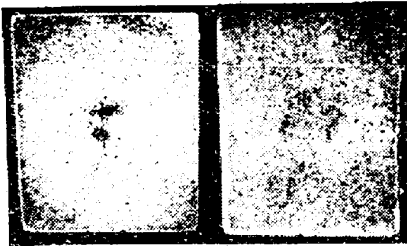
B 樹枝狀組織を微細化しないもの

第6表 Cr-Mn-Si-V 鑄鋼の成分及びマクロ組織の状態

番 號	化 學 成 分 %							マクロ組織の状態
	C	Cr	Mn	Si	V	P	S	
525	0.22	1.12	1.01	0.72	0	0.006	0.019	樹枝狀組織幾分粗大 同 上 同 上 樹枝狀組織稍微細 微細組織 同 上
526	0.20	1.09	0.96	0.86	0.05	0.006	0.017	
527	0.20	1.14	0.93	0.81	0.10	0.009	0.012	
528	0.22	1.08	0.91	0.76	0.15	0.005	0.015	
539	0.23	0.99	0.94	0.73	0.20	0.004	0.013	
530	0.23	1.15	0.91	0.77	0.25	0.007	0.011	

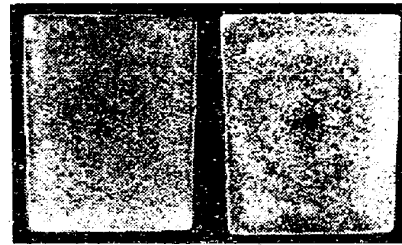
第7表 Cr-Mn-Si-Ti 鑄鋼の成分及びマクロ組織の状態

Ti 處理前の脱酸法	番 號	化 學 成 分 %					マクロ組織の状態
		C	Cr	Mn	Si	Ti	
Al 脱酸處理を行はず	602	0.20	1.04	0.99	0.82	0.05	樹枝状組織相當發達す
	603	0.19	1.16	0.98	0.98	0.10	同上
	604	0.21	1.16	0.98	0.87	0.15	樹枝状組織稍微細化す
	614	0.25	0.87	0.93	0.96	0.20	樹枝状組織微細化す
	606	0.19	1.12	1.07	0.98	0.25	同上
Al 脱酸處理を施す (Al 0.10%) 添加	607	0.21	1.12	1.03	0.85	0.025	樹枝状なれど網状となる氣あり
	618	0.25	1.01	0.91	0.94	0.10	微細な網状組織
	610	0.20	1.16	0.96	0.94	0.15	微細組織
	611	0.25	1.11	1.00	0.93	0.20	同上
	612	0.26	1.12	0.99	0.96	0.25	同上

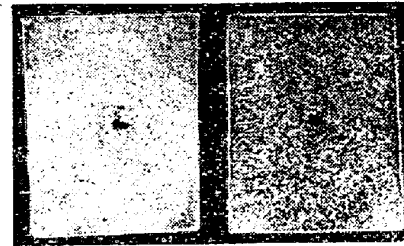


(a) 604 C 0.21% Ti 0.15%
(b) 614 C 0.25% Ti 0.20%

第9圖 Cr-Mn-Si 鑄鋼のマクロ組織に及ぼす Ti の影響 ×1.2 (縮尺 1/2)
(Ti 添加前に Al で脱酸處理を施さないもの)

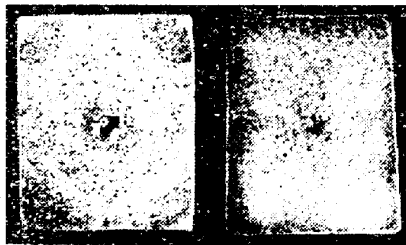


(a) 172 C 0.24% Ni 0.56%
(b) 169 C 0.24% Ni 1.61%



(c) 163 C 0.25% Ni 2.01%
(d) 168 C 0.22% Ni 3.11%

第11圖 Cr-Mo 鑄鋼のマクロ組織に及ぼす Ni の影響 ×1.2 (縮尺 1/2)



(a) 618 C 0.25%, Ti 0.10% Al 0.10%
(b) 610 C 0.20%, Ti 0.15% Al 0.10%

第10圖 Cr-Mn-Si 鑄鋼のマクロ組織に及ぼす Ti の影響 ×1.2 (縮尺 1/2)
(Ti 處理前に Al で脱酸處理を施したもの)

(a) Ni の影響:—Cr 1%, Mo 0.25%, Mn 0.6% と一定にし, Ni を 0.5~3% 添加した Ni-Cr-Mo 鑄鋼に就てマクロ組織の變化を試験した。C 0.18% 以下の低

第8表 Ni-Cr-Mo 鑄鋼の成分及びマクロ組織の状態

番 號	化 學 成 分 %								マクロ組織の状態
	C	Ni	Cr	Mo	Mn	Si	P	S	
172	0.24	0.56	1.06	0.25	0.59	0.59	0.005	0.008	柱状組織稍細かし
171	0.21	1.17	1.25	〃	0.62	0.62	0.004	0.013	樹枝状晶なれど幾分細かし
169	0.24	1.61	1.24	〃	0.56	0.56	0.010	0.019	樹枝状晶幾分發達す
163	0.25	2.01	1.06	〃	0.61	0.61	0.004	0.014	同上なれど幾分網状を呈する氣味あり
170	0.22	2.26	1.28	〃	0.61	0.61	0.010	0.010	樹枝状晶發達す
168	0.22	3.11	1.12	〃	0.60	0.67	0.005	0.012	樹枝状晶粗大

第9表 Cr-Mo-Mn鑄鋼の成分及びマクロ組織の状態

番 號	化 學 成 分 %							マクロ組織の状態
	C	Cr	Mo	Mn	Si	P	S	
322	0.27	1.23	0.25	0.48	0.25	0.008	0.017	樹枝状組織幾分細かし
323	0.30	1.20	〃	0.77	0.25			樹枝状組織發達稍大
319	0.28	1.16	〃	1.00	0.24	0.008	0.015	同 上
320	0.27	1.20	〃	1.34	0.24	0.010	0.020	幾分樹枝状組織細けれど大差なし
314	0.29	1.23	〃	1.62	0.25	0.010	0.013	同 上
316	0.33	1.27	〃	2.03	0.26	0.010	0.016	同 上

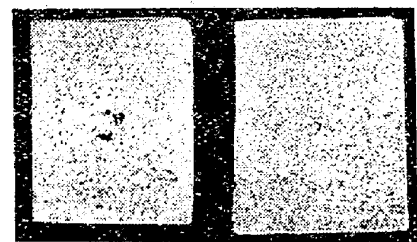
第10表 Ni-Cr-Mo-Mn 鑄鋼の成分及びマクロ組織の状態

C含量に 依る類別	番號	化 學 成 分 %								マクロ組織の状態
		C	Ni	Cr	Mo	Mn	Si	P	S	
第I類	151	0.24	2.11	1.40	0.40	0.70	0.25	0.006		樹枝状晶稍大
	152	0.23	2.08	1.39	〃	0.97	0.35	0.006	0.020	同 上
C 0.23~ 0.25%	147	0.25	2.31	1.59	〃	1.27	0.34	0.004	0.020	樹枝状晶幾分細かし
	115	0.26	2.04	1.61	〃	1.81	0.25	0.007		同 上
第II類	141	0.31	2.08	1.73	0.40	0.77	0.25	0.007	0.019	樹枝状晶幾分細かし
	150	0.28	2.15	1.51	〃	1.21	0.37	0.005		樹枝状晶稍發達す
C 0.28~ 0.33%	107	0.33	1.94	1.77	〃	1.53	0.31	0.008		150 より幾分細かし
	148	0.33	2.12	1.47	〃	1.86	0.37	0.004		150 殆ど同様



319 C 0.28%, Mn 1.00%
第12圖 Cr-Mo 鑄鋼のマクロ組織に及ぼす
Mn の影響 ×1.2 (縮尺 1/3)

炭素のマクロ組織に就ては既に(1)の(b)に於て述べたが、更にCを増加した場合に就て検討して見た。第8表はC 0.21~0.25% を含むNi-Cr-Mo 鑄鋼の成分及びマクロ組織の状態を示すものにして、Cr 1% Mo 0.25% Mn 0.6% に略々一定し、Niのみを0.56~3.11% に變化した。第11圖(a)~(d)はそのマクロ組織の一例にしてNiの少い172(a)は柱状組織を呈するが、Niが1%に増加すれば樹枝状晶となる。(b)はNi 1.6% を含む169のマクロ組織にして、樹晶は稍發達の傾向を示している。Ni 2% を含む163(c)も(b)と殆ど大差ないが幾分網状を呈する気味がある。更にNiを増加すれば樹晶は粗大化する。(d)はNi 3% を含む168のマクロ組織を示す。概してNi 2%迄は左程著しい變化は認められないが、それ以上Niを増加れば樹晶は粗大化する傾向がある。



(a) 151 (b) 148
C 0.24%, Ni 2.11% C 0.33%, Ni 2.12%
Mn 0.70% Mn 1.86%
第13圖 Ni-Cr-Mo 鑄鋼のマクロ組織に及ぼす
Mn の影響 ×1.2 (縮尺 1/3)

(b) Mn の影響:—Cr-Mo 及び Ni-Cr-Mo 鑄鋼のマクロ組織に及ぼす Mn の影響に就て試験した。第9表はCr 1.2%, Mo 0.25% を添加したCr-Mo-Mn 鑄鋼の成分及びマクロ組織の状態を示す。第12圖はそのマクロ組織の一例にしてCr-Mo 鑄鋼にMnを添加しても左程の著しい影響がない。又第10表はNi 2%, Cr 1.5~1.8%, Mo 0.4% を含むNi-Cr-Mo-Mn 鑄鋼の成分及びマクロ組織の状態を示したもので、そのマクロ組織の一例は第13圖(a),(b)に示す通りである。但し(a)はC 0.23~0.25% を含む第I類、(b)はC 0.28~0.33% を含む第II類のマクロ組織の一例を示す。之等の結果に依ればNi-Cr-Mo 鑄鋼もCr-Mo 鑄鋼と同様 Mn は鑄鋼のマクロ組織に殆ど影響を與えない。今この兩者に就てマクロ組織を比較すれば前者は低Cr-

第 11 表 無 Ni 及び含 Ni, Cr-Mo 鑄鋼のマクロ組織の比較

符 號	鋼 種	番 號	化 學 成 分 %								マクロ組織の状態	
			C	Ni	Cr	Mo	Mn	Si	P	S		
I	Cr-Mo-Mn 鑄 鋼	318	0.20	—	1.27	0.25	0.69	0.25				樹枝狀晶稍細かし
		314	0.29	—	1.23	〃	1.62	0.25	0.010	0.013		同 上
II	Ni-Cr-Mo- Mn 鑄 鋼	152	0.23	2.08	1.39	0.25	0.97	0.35	0.006	0.020		樹枝狀晶相當發達す
		149	0.29	2.18	1.39	〃	1.72	0.28	0.006	0.011		樹枝狀晶發達大

Mo (Cr 1.2%, Mo 0.25%), 後者は高 Cr-Mo (Cr 1.5~1.7%, Mo 0.4%) 鑄鋼であるためか、無 Ni 鑄鋼と含 Ni 鑄鋼との差異が殆ど認められない。故に第 11 表の様な類似成分の無 Ni 鑄鋼と含 Ni 鑄鋼を造りマクロ組織を比較した。I の無 Ni 鑄鋼は比較的マクロ組織が細かいが、含 Ni 鑄鋼 II では樹品の發達が大である。即ち Cr 單獨の場合にはマクロ組織は細かいが、Ni と共存する場合には樹品を粗大化する傾向がある。

IV. 實驗結果の考察

上述の様に特殊鑄鋼の鑄造組織は網狀品をなすものと樹枝狀品をなすものがある。鑄鋼に Si, Ni, W 等を添加すれば網狀組織を示すが、添加成分が或範圍以上過

剩となれば樹枝狀組織となる。又 Cr, Mn, V, Ti 等を添加すれば樹枝狀品を示すが、之も樹品の微細化に効果的なものもあれば又格別樹品微細化に影響を與えぬものもある。この網狀及び樹枝狀組織の發生機構に關しては第 4 報に述べる。尙樹枝狀組織の微細化も鋼種及び添加成分の量に依て異なるから一律に考えることは出来ない。例へば或範圍内の Si は樹品を微細化するが、過剩になれば著しく粗大化し、而かも微細化の程度は C 量に依ても異なるから、添加充素と C 量との相對的關係に考慮を拂う必要がある。一般に鑄鋼はマクロ組織の微細なもの程結晶粒程も小にして衝擊抗力が大であるから、出來得る限り鑄造組織を微細にする事が望ましい。そのためには低炭素—高珪素としても又高炭素—低珪素としても

第 12 表

研究 成分	鋼 種	鑄 造 組 織	
		網狀組織を呈するもの	樹枝狀組織を呈するもの
Si	Cr-Mo-Si 鑄鋼	Si 1% の場合には C 0.28% 迄網狀を呈す Si を増加し 1.4% を起れば樹枝狀品となる	C 0.2%, Si 1.4% } で微細組織となる C 0.3%, Si 1.0% } C 及 Si を増加す C 0.4%, Si 0.6% } る程樹品大となる
Ni	Ni-Cr-Mo 鑄鋼	低炭素のものは Ni 2% 迄は網狀組織なれども高炭素となれば樹枝狀組織となる	C 0.21~0.25% を含むものでは Ni の添加量に拘らず樹枝狀組織を呈す
Mn	Cr-Mo-Mn 鑄鋼 Ni-Cr-Mo-Mn 鑄鋼		Mn の添加は樹枝狀組織の粗密に殆ど影響を及ぼさず 同 上
Cr	Cr-Mn-Si 鑄鋼		C 0.20~0.23% のものは Cr 1.2%, C 0.34~0.38% のものは Cr 1.8% 以上添加すれば微細組織となる
W	Mn-Si-W 鑄鋼 Cr-Mn-Si-W 鑄鋼	C 0.19~0.22% 程度のもものは W 2% のものも網狀組織を呈す C 0.19~0.25% のものものは W 2% のものも網狀組織を呈す	
V	Cr-Mn-Si-V 鑄鋼		V 0.2% 以上添加すればマクロ組織は微細化せらる
Ti	Cr-Mn-Si-Ti 鑄鋼 C-Mn-Si-Ti-Al 鑄鋼		少量の Ti の添加に依り著しく微細化す 同 上 Ti 單獨の場合より効果的

目的は達せられるが前者が、後者より好成績を示す様である。従てCを低目にしSiを増加する事が有利でC 0.22~0.25%, Si 0.8~1.2% 程度のもが最も妥當的である。Crも又上述の様に樹晶を微細化するがSiの場合と異り過剰に添加しても粗大化が起らない。この場合低Cの時には少量のCrで樹晶は微細化するが、高Crの場合にはCrを増加しなければ微細化は起らない。尙VもCrの場合と殆ど同様の傾向を示すが之はFe-C-V系状態圖がFe-C-Cr系状態圖と定性的に類似點の多いことから了解せられるであらう。

V. 結 言

第12表は特殊鑄鋼の鑄造組織に関する研究結果を一括表示したものである。之を要約すれば大體次の通りである。

(1) Si, Ni, W等の添加は或範圍内ではマクロ組織が網狀晶を呈するが、過剰に添加すれば樹枝狀晶となる。

(2) Si, Cr, V, Ti等の添加は樹枝狀組織を微細化す

る。特にTiを添加したもの及びTi添加前にAlで脱酸處理を施したものは樹枝狀晶微細化の傾向が著しい。

(3) Ni, Mnの添加は樹枝狀晶の粗密に殆ど影響を及ぼさない。(昭和25年6月寄稿)

文 献

- 1) 谷村熙, 三ヶ島秀雜: 鐵と鋼, 30 (1944) 166
- 2) H. G. Keshian: Trans. Amer. Soc. Steel Treat., 17 (1930) 321.
- 3) A. Sauveur, E. L. Reed: Trans. Amer. Soc. Steel Treat., 19 (1931~32) 89.
- 4) 太田鷄一: 鐵と鋼, 27 (1941) 411, 28 (1942) 969.
- 5) D. J. Martin, J. L. Martin: Trans. Amer. Inst. Met. Eng., Iron and Steel Div., 135 (1939) 245.
- 6) G. F. Comstock: Heat Treat and Forg., 26 (1940) 26., 33. Trans. Amer. Soc. Met., 23 (1940) 608.

鑄鐵中の酸素に関する一考察

(昭和24年10月本會講演大會にて講演)

木下 禾 大*・中 島 益 雄*

SOME OBSERVATIONS ON OXYGEN IN CAST IRON

Toshihiro Kinoshita and Masuo Nakashima

Synopsis: In recent years, the effect of O_2 on the properties of cast iron has been studied, but the quantitative results are little.

After war, by the hot blast cupola, we have been able to solve many troubles of the melting operation affected by the rough pig and coke.

Sometimes we found some cracks in the gross casting of turbine, and assumed that these cracks were due to the lack of refining of pig.

In the later research, we could confirm that FeO was an important factor which influenced the properties of pig as well as cast iron, and the following results were obtained.

- (a) The cupola metal melted by the rough pig includes a great deal of FeO.
- (b) In the gross casting made from the rough pig, the crack tends to appear.
- (c) When $FeO \geq 0.04\%$, the repeated impact value decreases exceedingly.
- (d) When $FeO \geq 0.05\%$, the graphite structure is abnormal.

Above mentioned, FeO affected severely to the crack, the strength and the graphite structure. And we must inspect not only the chemical composition, but also the degree of refining of pig.

* 西日本重工業, 長崎造船所