

TiO₂ を含有する鑛滓による微細化黒鉛鑄鐵に関する研究 (III)

鑄鐵浴の化學成分の影響に関する研究

(昭和 28 年 10 月 本会講演大会にて講演)

澤 村 宏*・津 田 昌 利**

INVESTIGATION ON CAST IRON HAVING FINE GRAPHITE PRODUCED BY MELTING CAST IRON WITH SLAG CONTAINING TiO₂ (III)

(Influence of Chemical Composition of Cast Iron upon Structure of Product)

Hiroshi Sawamura Dr. Eng. and Masatoshi Tsuda

Synopsis:

In the present report, the results of investigation about the influence of various elements (C, Si, Mn, P, S, Cu, Ni, Cr, Mo, W, Sn, Al, Co, V, and As) upon the structure of the cast iron which solidified at a definite cooling-rate after treated with the slag containing titanium oxide under the most suitable conditions for producing eutectic graphite structure as described in the second report (Tetsu-to-Hagané, 39, 1953, 984). It was found that the effect of Ni and W were very favorable, and that the S and the Al were harmful elements. When other elements were contained in the specimen of cast iron in such an amount as contained in a cast iron of common grade, the eutectic graphite structure was always produced in it, if it did not solidify very slowly.

I. 緒 言

我々は第Ⅱ報¹⁾において S-H 鑄鐵の製造に必要な溶解及び鑄造条件を一定の普通成分の鑄鐵浴の場合について研究し次の条件を用うれば常に完全な共晶黒鉛組織を有する鑄鐵鑄物が得られることを知った。

鉍滓量: 原料鑄鐵量の 15%

鉍滓: CaO/SiO₂=1.5, Al₂O₃=10%, TiO₂=12%

木炭粉末量: 鉍滓量の 10%

接触溶解時間: 15min

最高加熱温度: 1400~1450°C

鑄込温度: 1250~1300°C

本報告においては、かゝる条件の下に含 TiO₂ 鉍滓処理を施す場合に鑄鐵浴中の種々の成分即ち C, Si, Mn, P, S, Cu, Ni, Cr, Mo, W, Sn, Al, Co, V 及び As 等が如何にその鑄造組織に影響を及ぼすかについて行つた実験結果を述べようと思ふ。

II. 原料及び實驗方法

實驗要旨は第Ⅱ報と同様であつて、タンマン炉中で鑄

鉄原料 150g を市販の No. 1 黒鉛坩堝で溶解し TiO₂ を含有する造滓剤を以つて掩い、溶解すれば熔滓面上に炭素粉末を撒布し 1400~1450°C の温度で 15min 保つた後、次の 2 つの場合の冷却条件の下に冷却凝固せしめた。

(i) 直径 25mm, 長さ 70mm の乾燥砂型に鑄込温度 1250~1300°C で鑄造する。尚、鑄込み後、鑄型内における鑄鐵の冷却速度については既に第Ⅱ報において述べた如くである。

(ii) 熔滓と鑄鐵浴を黒鉛坩堝に入れた儘、1000°C に予熱せる電気炉の内に入れ試料が約 1000°C 迄降下すれば同温度に 10min 間保つた後、坩堝と共に炉外に取出し空中放冷した。尚、この黒鉛坩堝内における鑄鐵の冷却速度は、浴の中心部において熔滓との接触面から鑄鐵浴中に 10mm の深さの一定位置に Pt-Pt·Rh 熱電対を挿入することにより測定した。これに用いた外径 5mm の石英管の熔滓による熔損を防止するために、熔滓に接触する部分を第Ⅱ報で記した如く純炭素管で保護

* 京都大學教授 工學博士

** 京都大學化學研究所

第 1 表

實驗 番號	最高加熱 溫度(°C)	凝固開始迄の平均 冷却速度(°C/sec)	1100~1000°C の平均冷却速度 (°C/sec)
137	1,430	0.38	0.11
139	1,435	0.35	0.12
153	1,435	0.38	0.11
154	1,430	0.35	0.12
168	1,430	0.38	0.11
平均		0.37	0.11

した。凝固開始迄の平均冷却速度並に 1100°C~1000°C 間の平均冷却速度の代表的例は第 1 表の如くである。

以下述べる実験において坩堝と共に徐冷して得られた鑄鉄試料は上記の速度とほぼ同一速度で冷却したものと考えて差支えない。第 II 報で述べた (i) の場合の冷却速度と比較して、(ii) の場合には凝固開始迄の平均冷却速度は約 1/10、1100~1000°C 間の平均冷却速度は約 1/18 おそいことが知られる。

この実験には兼二浦低磷銑、日曹製鋼低磷銑、神戸製鋼所寄贈の低磷銑、アームコ鉄等の不純物含有量の低い鉄原料を選んだ。これらの成分は第 2 表の如くである。従つて或特殊元素の影響を調べる目的で製作した鑄鉄試料の C、Si 及びその特殊元素以外の不純物含有量は極めて低いことに注意しておく。

以下、述べる実験において第 2 表に示す原料は次の如く使用した。即ち C の影響の実験には兼二浦低磷銑、アームコ鉄及び金属珪素を用いて、C=3.82%、Si=1.68% 並に C=2.25%、Si=1.68% の 2 種類の基材を熔製し、これを適当量配合して夫々の目標成分に応じた鑄鉄

浴をつくつて実験に供した。Si の影響の実験には日曹製鋼低磷銑及び金属珪素を用い、C=3.29%、Si=2.93% 並に C=3.38%、Si=0.027% の 2 種類の基材を熔製しこれを適当量配合して夫々の目標成分に応じた鑄鉄浴をつくつて実験に供した。Mn の影響の実験には日曹製鋼低磷銑、金属珪素及び電解マンガンを用い、C=3.39%、Si=1.15%、Mn=1.39%、並に C=3.23%、Si=1.31%、Mn=0.22% の 2 種類の基材を熔製しこれを適当量配合して夫々の目標成分に応じた鑄鉄浴をつくつて実験に供した。これと同じように P 以降 As に到る各成分の影響の実験には日曹製鋼低磷銑の代りに神戸製鋼所寄贈の低磷銑、金属珪素及び目標成分に応じて第 2 表に記した原料を用い、上記の方法で鑄鉄浴をつくつて実験を行つた。

III. 各種元素の及ぼす影響

(1) 炭素の影響

この実験は鑄鉄浴の Si を約 1.6% に一定とし C を 2.6~4.0% に変化せしめて行つた。実験結果は第 3 表の如くである。

この結果によると C 含有量の如何に関せず鑄鉄浴を砂型に鑄込んだ場合でも又徐冷した場合でも常に好結果が得られた。尚この試料の製作には純度の高い兼二浦低磷銑、アームコ鉄及び金属珪素が使用されたから、その C 及び Si 以外の不純物の含有量が特に低かつた為にかよる結果が得られたのではないかと考えられる。

(2) 珪素の影響

鑄鉄浴の C を約 3.4% に一定とし Si を 1.5~2.5%

第 2 表 原料の成分

原料番號	原料種類	成分 (%)					
		C	Si	Mn	P	S	その他
I	兼二浦低磷銑	4.01	0.005	痕跡	0.008	0.008	—
II	アームコ鉄	<0.012	痕跡	<0.017	0.005	0.025	—
III	金属珪素	—	>98	—	—	—	—
IV	日曹製鋼低磷銑	3.39	0.08	0.24	0.010	0.020	Cu=0.005
V	神戸製鋼所寄贈低磷銑	2.86	0.21	0.30	0.024	0.007	Cr=0.005, Ni=0
VI	電解マンガン	—	—	100	—	—	—
VII	研究室製硫化鐵	—	—	—	—	15.02	—
VIII	電解鋼	0.07	1.09	0.42	20.90	0.029	—
IX	金屬ニッケル	—	—	—	—	—	Cu=100
X	金屬クロム	—	—	—	—	—	Ni=>98
XI	金屬錫	—	—	—	—	—	Cr=97.51
XII	アルミニウム	—	—	—	—	—	Sn=100
XIII	コバルト	—	—	—	—	—	Al=99.97
XIV	モリブデン	—	—	—	—	—	Co=>98
XV	フェロタングステン	0.60	0.46	0.53	<0.100	<0.100	Mo=100
XVI	フェロバナジウム	1.45	0.12	0.19	0.01	0.02	W=72.34
XVII	砒	—	—	—	—	—	V=39.00
XVIII	砒	—	—	—	—	—	As=>99.0

第 3 表

實驗 番號	冷却 條件	處理後鑄鐵試料 の成分(%)			共晶黒鉛の 重量割合 (%)	B.H.N.
		T.C	Si	Ti		
95	砂型	3.98	1.58	0.33	B	121
96	鑄造	3.93	1.53	0.29	B	121
97	"	3.56	1.57	0.23	A	142
98	"	3.53	1.61	0.25	A	126
99	"	3.10	1.60	0.15	A	223
100	"	2.90	1.65	0.13	A	229
101	"	2.73	1.65	0.13	B	229
102	"	2.65	1.59	0.10	B	217
103	坩堝共	3.97	1.65	0.30	B	187
104	に徐冷	3.94	1.62	0.28	B	174
105	"	3.88	1.62	0.27	A	170
106	"	3.81	1.64	0.25	A	181
107	"	3.37	1.65	0.23	A	223
108	"	3.11	1.60	0.18	A	178
109	"	2.91	1.65	0.17	A	197
110	"	2.74	1.55	0.12	B	197

に変化せしめた場合の實驗結果を第 4 表に示す。表中ゴシック数字は配合成分を示す。以下の表においても同様であることを断つて置く。

第 4 表

實驗 番號	冷却 條件	處理後鑄鐵試料 の成分(%)			共晶黒鉛の 重量割合 (%)	B.H.N.
		T.C	Si	Ti		
111	砂型	3.38	2.34	0.14	A	178
112	鑄造	3.4	2.5	—	A	152
113	"	3.60	1.77	0.22	A	156
114	"	3.4	2.0	—	A	146
115	"	3.64	1.27	0.12	B	152
116	"	3.4	1.5	—	B	166
117	坩堝共	3.29	2.29	0.13	C	178
118	に徐冷	3.4	2.5	—	D	—
119	"	3.45	1.66	0.18	D	201
120	"	3.4	2.0	—	D	178
121	"	3.61	1.25	0.14	D	183
122	"	3.4	1.5	—	D	178

この結果によると Si 含有量の如何に関せず砂型鑄造の場合に好結果が得られ、徐冷の場合には良結果が得られなかつた。尙この實驗に用いた試料は前述の如く日曹製鋼低磷銑及び金屬珪素を使用して製作されたから (1) の實驗に用いた試料よりも C 及び Si 以外の不純物が少々多く含有されているために上記のような結果が得られたのではないかと思われる。

(5) 満俺の影響

鑄鉄浴の C を約 3.4%, Si を約 1.7% に一定とし Mn を約 0.2~1.3% に変化せしめた場合の實驗結果を第 5 表に示す。

第 5 表

實驗 番號	冷却 條件	處理後鑄鐵試料の成分(%)				共晶黒鉛の 重量割合 (%)	B.H.N.
		T.C	Si	Ti	Mn		
123	砂型	3.30	1.61	0.03	1.36	B	197
124	鑄造	3.4	1.7	—	1.5	B	217
125	"	3.38	1.40	0.11	1.08	A	235
126	"	3.4	1.7	—	1.0	A	235
127	"	3.38	1.50	0.12	0.59	A	197
128	"	3.4	1.7	—	0.5	A	206
129	"	3.46	1.52	0.19	0.18	A	156
130	"	3.4	1.7	—	0.2	A	156
131	坩堝共	3.35	1.62	0.07	1.34	D	217
132	に徐冷	3.4	1.7	—	1.5	D	248
133	"	3.24	1.43	0.06	1.09	D	229
134	"	3.4	1.7	—	1.0	D	241
135	"	3.41	1.56	0.07	0.61	C	223
136	"	3.4	1.7	—	0.5	C	217
137	"	3.26	1.45	0.08	0.23	D	178
138	"	3.4	1.7	—	0.2	D	178

この結果によると Mn 含有量の如何に関せず砂型鑄造の場合には好結果が得られ、徐冷の場合には良結果が得られなかつた。

(4) 磷の影響

鑄鉄浴の C を約 2.9%, Si を約 1.7% に一定とし P を約 0.013~0.77% に変化せしめた實驗結果は第 6 表の如くである

第 6 表

實驗 番號	冷却 條件	處理後鑄鐵試料の成分(%)				共晶黒鉛の 重量割合 (%)	B.H.N.
		T.C	Si	Ti	P		
139	砂型	2.97	1.70	0.05	0.751	B	187
140	鑄造	2.9	1.7	—	0.80	B	197
141	"	2.28	1.69	0.08	0.459	B	192
142	"	2.9	1.7	—	0.50	B	192
143	"	2.94	1.68	0.13	0.251	B	178
144	"	2.9	1.7	—	0.25	B	170
145	"	3.05	1.45	0.09	0.014	A	174
146	"	2.9	1.7	—	0.02	A	—
147	坩堝共	2.88	1.65	0.07	0.774	D	255
148	に徐冷	2.9	1.7	—	0.80	D	262
149	"	2.85	1.71	0.09	0.512	D	229
150	"	2.9	1.7	—	0.50	D	235
151	"	2.74	1.67	0.11	0.272	D	241
152	"	2.9	1.7	—	0.25	D	255
153	"	2.95	1.67	0.09	0.013	C	212
154	"	2.9	1.7	—	0.02	C	212

この結果は P 含有量の如何に関せず砂型鑄造の場合には良好であり、徐冷の場合には不良であつた。

(5) 硫黄の影響

鑄鉄浴の C を約 2.9%, Si を約 1.7% に一定とし S を約 0.045~0.230% に変化せしめた場合の實驗結果を

第7表に示す。

第 7 表

實驗 番號	冷却 條件	處理後鑄鐵試料の成分(%)				共晶黒 鉛の重 量割合 (%)	B.H.N
		T.C	Si	Ti	S		
155	砂型	2.83	1.55	0.02	0.230	D	217
156	鑄造	2.9	1.7	—	0.25	C	235
157	//	2.93	1.49	0.08	0.154	C	229
158	//	2.93	1.46	0.10	0.110	B	212
159	//	2.9	1.7	—	0.10	B	217
160	//	2.99	1.42	0.11	0.046	A	178
161	//	3.05	1.45	0.09	0.054	A	174
162	坩堝共 に徐冷	3.03	1.56	0.02	0.225	D	241
163	//	2.9	1.7	—	0.25	D	255
164	//	2.9	1.7	—	0.15	D	255
165	//	2.88	1.53	0.10	0.138	D	217
166	//	2.82	1.41	0.07	0.130	D	229
167	//	2.9	1.7	—	0.10	D	229
168	//	2.95	1.67	0.09	0.045	C	212
169	//	2.9	1.7	—	0.05	C	206

この結果によると砂型鑄造の場合にはSが約0.12%以上含有されると好結果が得られない。徐冷の場合にはS含有量の如何に関せず結果はすべて不良であつた。

(6) 銅の影響

鑄鉄浴のCを約2.9%, Siを約1.7%に一定としCuを痕跡~1.86%に変化せしめた場合の實驗結果を第8表に示す。

第 8 表

實驗 番號	冷却 條件	處理後鑄鐵試料の成分(%)				共晶黒 鉛の重 量割合 (%)	B.H.N
		T.C	Si	Ti	Cu		
170	砂型	2.84	1.57	0.03	1.86	A	187
171	鑄造	2.9	1.7	—	2.0	A	187
172	//	3.27	1.51	0.21	1.19	A	183
173	//	2.9	1.7	—	1.0	B	217
174	//	3.00	1.48	0.11	0.64	A	197
175	//	2.9	1.7	—	0.5	B	170
176	//	3.05	1.45	0.09	痕跡	A	174
177	//	2.9	1.7	—	痕跡	A	—
178	坩堝共 に徐冷	2.80	1.66	0.05	1.85	C	248
179	//	2.9	1.7	—	2.0	C	—
180	//	3.08	1.49	0.05	1.29	D	235
181	//	2.9	1.7	—	1.0	D	217
182	//	2.78	1.42	0.07	0.59	D	223
183	//	2.9	1.7	—	0.5	D	201
184	//	2.95	1.64	0.09	痕跡	C	206
185	//	2.9	1.7	—	痕跡	C	212

この結果によるとCu含有量の如何に関せず砂型鑄造の場合には好結果が、徐冷では不良な結果が得られた。

(7) ニッケルの影響

鑄鉄浴のCを約2.9%, Siを約1.7%に一定としNiを約0.9~2%に含有せしめた場合の實驗結果は第9表

の如くである。

第 9 表

實驗 番號	冷却 條件	處理後鑄鐵試料の成分(%)				共晶黒 鉛の重 量割合 (%)	B.H.N
		T.C	Si	Ti	Ni		
186	砂型	3.09	1.68	0.08	1.97	A	178
187	鑄造	2.9	1.7	—	2.0	A	197
188	//	3.18	1.66	0.16	0.89	A	163
189	//	2.9	1.7	—	1.0	A	163
190	坩堝共 に徐冷	2.88	1.73	0.07	2.06	B	206
191	//	2.9	1.7	—	2.0	A	—
192	//	3.57	1.62	0.22	1.00	A	201
193	//	2.9	1.7	—	1.0	B	—

この結果によるとNi含有量の如何に関せず又砂型鑄造及び徐冷のいずれの場合にも好結果が得られた。

(8) クロムの影響

鑄鉄浴のCを約2.9%, Siを約1.7%に一定とし, Crを約0.24~0.48%含有せしめた場合の實驗結果は第10表の如くである。

第 10 表

實驗 番號	冷却 條件	處理後鑄鐵試料の成分(%)				共晶黒 鉛の重 量割合 (%)	B.H.N
		T.C	Si	Ti	Cr		
194	砂型	3.27	1.57	0.12	0.46	殆ど 白銑	262
195	鑄造	3.00	1.63	0.04	0.48	白銑	229
196	//	2.89	1.54	0.05	0.24	B	212
197	//	2.9	1.7	—	0.25	B	206
198	坩堝共 に徐冷	2.85	1.53	0.07	0.47	D	235
199	//	2.9	1.7	—	0.5	C	241
200	//	2.78	1.63	0.05	0.24	C	217
201	//	2.9	1.7	—	0.25	D	241

この結果によると砂型鑄造の場合にはCrが約0.45%含有されると試料は殆ど白銑となる。Crが約0.25%程度含まれていると好結果が得られ、徐冷の場合にはCr含有量の如何に関せず好結果が得られなかつた。

(9) モリブデンの影響

鑄鉄浴のCを約2.9%, Siを約1.7%に一定としMoを約0.5~1.0%含有せしめた場合の實驗結果を第11表に示す。

この結果によるとMo含有量の如何に関せず砂型鑄造の場合には好結果が得られ、徐冷の場合には不良な結果が得られた。

(10) タングステンの影響

鑄鉄浴のCを約2.9%, Siを約1.7%に一定としWを約0.4~1.0%含有せしめた場合の實驗結果を第12表に示す。

第 11 表

實驗 番號	冷却 條件	處理後鑄鐵試料の成分(%)				共晶黒 鉛の重 量割合 (%)	B.H.N
		T.C	Si	Ti	Mo		
202	砂型	2.91	1.60	0.04	1.03	B	262
203	鑄造	2.9	1.7	—	1.0	A	262
204	〃	3.16	1.64	0.12	0.54	A	178
205	〃	2.9	1.7	—	0.5	A	178
206	坩堝共	2.91	1.65	0.05	1.07	C	229
207	に徐冷	2.9	1.7	—	1.0	C	241
208	〃	2.81	1.71	0.05	0.56	C	248
209	〃	2.9	1.7	—	0.5	D	—

第 12 表

實驗 番號	冷却 條件	處理後鑄鐵試料の成分(%)				共晶黒 鉛の重 量割合 (%)	B.H.N
		T.C	Si	Ti	W		
210	砂型	2.97	1.63	0.03	0.95	A	206
211	鑄造	2.9	1.7	—	1.0	A	201
212	〃	2.96	1.68	0.03	0.44	A	178
213	〃	2.9	1.7	—	0.5	A	178
214	坩堝共	2.97	1.64	0.05	0.83	B	229
215	に徐冷	2.9	1.7	—	1.0	B	229
216	〃	3.01	1.60	0.09	0.39	B	217
217	〃	2.9	1.7	—	0.5	B	293

この結果によるとW含有量の如何に関せず砂型鑄造であつても徐冷の場合にも好結果が得られた。

(11) 錫の影響

鑄鉄浴のCを約 2.9%, Si を約 1.7% に一定とし Sn を約 0.4~0.85% 含有せしめた場合の實驗結果は第 13 表の如くである。

第 13 表

實驗 番號	冷却 條件	處理後鑄鐵試料の成分(%)				共晶黒 鉛の重 量割合 (%)	B.H.N
		T.C	Si	Ti	Sn		
218	砂型	2.98	1.60	0.04	0.82	B	241
219	鑄造	2.9	1.7	—	1.0	A	241
220	〃	3.23	1.53	0.22	0.37	A	229
221	〃	2.9	1.7	—	0.5	A	217
222	坩堝共	3.21	1.62	0.18	0.86	C	269
223	に徐冷	2.9	1.7	—	1.0	B	—
224	〃	2.95	1.77	0.08	0.43	B	248
225	〃	2.9	1.7	—	0.5	C	255

この結果によると Sn 含有量の如何に関せず砂型鑄造の場合には好結果が、徐冷の場合には概して不良結果が得られた。

(12) アルミニウムの影響

鑄鉄浴のCを約 2.9%, Si を約 1.7% に一定とし Al

を約 1.4~2.6% 含有せしめた場合の實驗結果は第14表の如くである。

第 14 表

實驗 番號	冷却 條件	處理後鑄鐵試料の成分(%)				共晶黒 鉛の重 量割合 (%)	B.H.N
		T.C	Si	Ti	Al		
226	砂型	3.05	1.85	0.02	2.18	C	121
227	鑄造	2.9	1.7	—	4.0	C	142
228	〃	2.96	1.82	0.02	1.38	B	163
229	〃	2.9	1.7	—	2.0	B	192
230	坩堝共	2.83	1.71	0.02	2.60	D	212
231	に徐冷	2.9	1.7	—	4.0	D	206
232	〃	2.71	1.78	0.02	1.61	D	217
233	〃	2.9	1.7	—	2.0	D	217

この結果によると砂型鑄造の場合であつても Al が約 1.5% 以上含有されると不良の結果が得られ、徐冷の場合には全部不良結果が得られた。

(13) コバルトの影響

鑄鉄浴のCを約 2.9%, Si を約 1.7% に一定とし Co を約 1.0~2.0% 含有せしめた場合の實驗結果は第15表の如くである。

第 15 表

實驗 番號	冷却 條件	處理後鑄鐵試料の成分(%)				共晶黒 鉛の重 量割合 (%)	B.H.N
		T.C	Si	Ti	Co		
234	砂型	3.36	1.60	0.05	2.02	A	149
235	鑄造	2.9	1.7	—	2.0	A	—
236	〃	3.18	1.64	0.05	0.99	A	241
237	〃	2.9	1.7	—	1.0	A	—
238	坩堝共	3.27	1.61	0.04	1.96	C	178
239	に徐冷	2.9	1.7	—	2.0	C	187
240	〃	3.71	1.51	0.30	1.07	A	197
241	〃	2.9	1.7	—	1.0	A	206

この結果によると砂型鑄造の場合には Co 含有量の如何に関せず好結果が、徐冷の場合には Co が約 1% 以上含有されると不良結果が得られた。

(14) バナジウムの影響

鑄鉄浴のCを約 2.9%, Si を約 1.7% に一定とし V を約 0.08~0.5% 含有せしめた場合の實驗結果は第 16 表の如くである。

この結果によると砂型鑄造の場合には V が約 0.15% 以上含有されていると試料は白銹化し、0.15% 以下では好結果が示される。徐冷の場合には V が約 0.15~0.3% 以下では好結果が得られた。

第 16 表

實驗 番號	冷却條件	處理後鑄鐵試料の成分 (%)				共晶黒鉛の重量割合 (%)	B. H. N
		T. C	Si	Ti	V		
242	砂型鑄造	2.9	1.7	—	0.5	白 銑	—
243	//	2.9	1.7	—	0.5	//	—
244	//	2.9	1.7	—	0.3	殆ど白銑, 微量の微小黒鉛あり	—
245	//	2.9	1.7	—	0.3	//	—
246	//	2.93	1.66	0.04	0.150	A	206
247	//	2.9	1.7	—	0.154	A	217
248	//	3.04	1.67	0.08	0.087	A	197
249	//	2.9	1.7	—	0.077	A	206
250	坩堝共に徐冷	2.9	1.7	—	0.5	殆ど白銑, 微量の微小黒鉛あり	—
251	//	2.9	1.7	—	0.5	//	—
252	//	2.52	1.60	0.01	0.323	A	241
253	//	2.9	1.7	—	0.3	B	—
254	//	2.70	1.51	0.04	0.150	B	241
255	//	2.9	1.7	—	0.150	B	241
256	//	2.78	1.67	0.04	0.089	C	193
257	//	2.9	1.7	—	0.077	C	223

(15) 砒素の影響

鑄鐵浴の C を約 2.9%, Si を約 1.7% に一定とし As を約 0.4~1.9% 含有せしめた場合の實驗結果を第 17 表に示す。

第 17 表

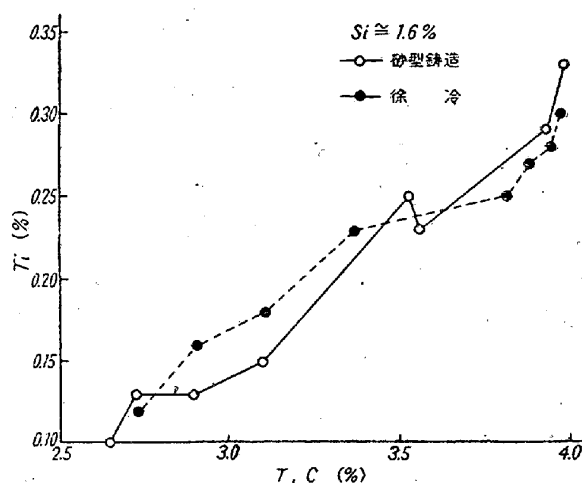
實驗 番號	冷却條件	處理後鑄鐵試料の成分 (%)				共晶黒鉛の重量割合 (%)	B. H. N
		T. C	Si	Ti	As		
258	砂型鑄造	2.80	1.61	0.03	1.90	B	229
259	//	2.9	1.7	—	2.0	B	229
260	//	2.95	1.62	0.05	1.01	A	229
261	//	2.9	1.7	—	1.0	A	212
262	//	2.82	1.63	0.02	0.36	A	183
263	//	2.9	1.7	—	0.5	B	229
264	坩堝共に徐冷	2.75	1.51	0.06	1.85	D	229
265	//	2.9	1.7	—	2.0	D	229
266	//	3.08	1.56	0.13	0.84	C	235
267	//	2.9	1.7	—	1.0	B	248
268	//	2.60	1.59	0.03	0.41	D	248
269	//	2.9	1.7	—	0.5	D	248

この結果によると As 含有量の如何に関せず砂型鑄造では好結果が、徐冷の場合には不良結果が得られた。

IV. S-H 鑄鐵の成分上の特異點

今迄の實驗結果によつて知られる S-H 鑄鐵の成分上の特異點は第 3~17 表に示すように S-H 鑄鐵が多少に拘わらず Ti を含有していることである。この Ti の含有量は種々の条件によつて支配されるが特に C 含有量の影響が顕著である。今、C, Si 以外の不純物含有量が極めて小である鑄鐵について實驗を行つた第 3 表の結果か

ら S-H 鑄鐵の C 含有量と Ti 含有量との關係を图示すると第 1 図の如くである。



第 1 圖

即ち Ti 含有量は C 含有量が 2.6% のとき 0.1% 程度であるが C 含有量の増加に従い大となり、これが 4% となると 0.3% 以上に達する。勿論 C 以外の特殊元素の影響も大きく、一般に特殊元素が含有された S-H 鑄鐵の Ti 含有量は特殊元素が含有されていない S-H 鑄鐵のそれより低い。例えば Mn=1.36% で C=3.3%, Si=1.61%, 他の不純物含有量の微量なる成分の S-H 鑄鐵の Ti 含有量は若し Mn 含有量が痕跡であれば 0.2% 程度である筈であるのに (第 4 表参照) 僅かに 0.03% に過ぎない (第 5 表)。

本實驗の範囲内では S-H 鑄鐵の Ti 含有量は最大 0.33% (第 3 表参照), 最小 0.01% (第 6 表参照) である。

かように鑄鉄浴に Ti が極めて微量含有されていてもこれが鑄鉄の凝固する際に共晶黒鉛が生ずる重要な原因の一つであることは動かすことのできない事実であると考えられる。

V. 顯微鏡組織

上記の実験によつて得られた試料中、全部共晶黒鉛組織、或は殆ど全部共晶黒鉛組織を有する試料について組織を調べた。

共晶黒鉛鑄鉄の組織はオーステナイトの樹枝状組織が現われていることが一特徴であつて全体としてパーライト或はパーライトとフェライトよりなる基地及び共晶黒鉛より成つている。樹枝状組織の大きさには S-H 鑄鉄の成分が影響を及ぼすようで、例えば C, Si 以外の不純物含有量が極めて小である鑄鉄で、これに Si 約 1.7% を含有するものでは C 含有量が低い程、オーステナイトの樹枝状組織の島が大きいことが認められた。又 C 約 2.9%, Si 約 1.7%, Ni 約 1% 或は 2% の試料の樹枝状組織は極めて鮮明にして規則正しく、その島の大きさも Ni を含有せぬものより稍々小さい。これと合じような傾向が W 或は V を含有した試料にも認められた。

次に試料の基地を占めるフェライトとパーライトの量と含有元素との関係については予想通りに鑄鉄の黒鉛化を促進する元素を多く含んだ試料にはフェライトの量が多く、逆に鑄鉄の黒鉛化を妨げる元素を多く含んだ試料にはパーライトの量が多いことが認められた。尚、パーライト基地が特に緻密であつたのは Ni, W, Mo 及び V を含有した試料であつた。

次に試料に現われる共晶黒鉛の大きさと含有元素との関係については、Ni, W, Mo, Co 或は V 等を含有した試料が有する共晶黒鉛は微細であり、その分布状態は均一であることを認めた。

尚、共晶黒鉛組織をもつた殆ど全ての S-H 鑄鉄試料に Hofmann-Scharader²⁾ によつて示されたような TiC の結晶が認められた。併しその結晶の大きさにその量と成分間の関係については明瞭な関係は分らなかつた。これはその結晶の大きさが大なるものは少く、我々の使用した金属顯微鏡の許される倍率の下では認められない程度に微小な結晶が多かつた為とおもわれる。

その他に赤味がかつた非金属介在物の結晶が観察されたが、これは Piwowarsky³⁾ が述べている TiN であると思われる。但しこれは TiN と TiO との固溶体であるかも知れない⁴⁾。この結晶は上記の灰白色の TiC の結晶の如く全ての S-H 鑄鉄については認められず、

例えば Cu, Ni, W, Mo, Sn 及び V 等を含有する試料に僅かにみられた程度である。

VI. 總 括

(1) 本研究第 II 報で求めた S-H 鑄鉄の製造に必要な溶解及び鑄造条件の下で鑄造した試料の黒鉛組織に及ぼす C, Si, Mn, P, S, Cu, Ni, Cr, Mo, W, Sn, Al, Co, V 及び As 等の 15 元素の影響について行つた実験結果から見ると、S-H 鑄鉄の製造に最も有益なる元素は Ni と W であり、有害な元素は S, Al 及び Cr である。鑄鉄浴に Ni が 1~2%, W が 0.4~1.0% 含有されているとこれを砂型に鑄込んだ場合には勿論、徐冷した場合でも完全な或は完全に近い共晶黒鉛組織が得られる。又 S が約 0.12% 以上、Al が約 1.5% 以上、Cr が約 0.3% 以上含有されていると徐冷した場合には勿論、砂型に鑄込んだ場合でも完全に近い共晶黒鉛組織すらも得られがたい。

Si, Mn, P, Cu, Mo, Sn, Co 及び As の影響は大同小異であつて本実験の成分範囲ではこれ等の元素を含む鑄鉄浴を砂型に鑄込んだ場合にのみ S-H 鑄鉄が得られるのであつて、徐冷した場合には不良な結果を生ずる。V はこれ等の元素より稍々良好な結果を表わすようである。普通の鑄鉄鑄物に含まれている C と不純物が普通の程度に含有されておればその量に変動があつても S-H 鑄鉄を製造する上に何等の害にならないことが知られるのであつて、この点は S-H 鑄鉄鑄物を工業的に製造する場合に好都合であると考えられる。

(2) S-H 鑄鉄の成分上の特異点は S-H 鑄鉄がその成分に無関係に多少に関せず Ti を含有していることである。この Ti 含有量は種々の条件によつて支配されるが特に C 含有量の影響が顕著であることを明らかにした。更に特殊元素が含有された S-H 鑄鉄の Ti 含有量は特殊元素が含有されていない S-H 鑄鉄のそれより低いことを認めた。本実験の範囲内では S-H 鑄鉄の Ti 含有量は最大 0.33%, 最小 0.01% であつた。このように Ti が鑄鉄浴にたとえ微量でも含有されていることが共晶黒鉛が生ずる原因の一つであると考えられる。

(3) S-H 鑄鉄の組織はオーステナイトの樹枝状組織が現われていることが一特徴であつて全体としてパーライト或はパーライトとフェライトよりなる基地及び共晶黒鉛より成つている。樹枝状組織の大きさには S-H 鑄鉄の成分が影響を及ぼすようである。次に試料の基地を占めるフェライトとパーライトの量と含有元素との関係については予想通りに鑄鉄の黒鉛化を促進する元素を多

く含んだ試料にはフェライトの量が多く、逆に鑄鉄の黒鉛化を妨げる元素を多く含んだ試料にはパーライトの量が多いことが認められた。又、試料に現われる共晶黒鉛の大きさと含有元素との関係については Ni, W, Mo, Co 或は V 等を含む試料が有する共晶黒鉛は微細であり、その分布状態は均一であることを認めた。

(4) TiC の結晶は殆ど全ての S-H 鑄鉄に認められたが、その結晶の大きさ並にその量と成分間の関係については明瞭な関係が見出せなかつた。これはその結晶の大きさが大なるものが少く、我々の使用した金属顕微鏡の許される倍率の下では認められない程度に微小な結晶が多かつたためとおもわれる。

擧筆するに際し、終始熱心に実験に協力して戴き、又分析に当られた助手中川三三、富田昭津及び平井彩子諸氏に深甚なる謝意を表したいと思う。

(昭和 29 年 3 月寄稿)

文 献

- 1) 鐵と鋼, **39** (1953) 984.
- 2) Arch. Eisenhüttenw., **10** (1936/1937) 65.
- 3) GuBeisen, (1951)797.
- 4) Agte u. Moers,: Z. Anorg. Allg. Chem., **198** (1931) 233.
- 5) Bastien and Guillet,: Iron & Steel Inst. (Carnegie Schol. Mem.), **27** (1938) 77.

鐵鋼の分光分析用試料採取並びに調製法の研究

(昭和 28 年 4 月本会講演大会にて講演)

前 川 静 彌*・鈴木 孝 範*

STUDY ON THE SAMPLING IN THE QUANTITATIVE SPECTROGRAPHIC ANALYSIS OF IRON AND STEEL

Shizuya Maekawa, Takanori Suzuki

Synopsis:

Sampling on the quantitative spectrographic analysis of the silicon, manganese, nickel, chromium and copper contained in iron and steel was improved so as to apply it to the daily work.

By this investigation the authors could obtain practically satisfactory results in view of speed and accuracy of the test.

The results obtained were as follows

- 1) The authors designed two methods for sampling of molten steel. One was to cast in to a metal mold directly from the nozzle of ladle, and another was to pour into a metal-mold indirectly from the spoon.
- 2) The former metal-mold was used for the molten pig iron, and the core drill (7 mm diameter) was designed for the grey pig iron.
- 3) The best condition for the discharge was to use the nipple-point type. (1.5 mm diameter, 60~80° angle)
- 4) Local analysis was made easy by applying wax and punch to symmetric surfaces. Metallic zinc was applied to the symmetric electrode.
- 5) According to the application of the above-described sampling method, the time required for the analysis was shortened, and at the same time reproducibility was improved to 2~5%.

* 株式会社日本製鋼所室蘭製作所研究部