

白心可鍛鑄鐵の性質に就て

(昭24年4月本會講演大會にて講演)

内 藤 逸 策*

SOME PROPERTIES ON WHITE HEART MALLEABLE CAST IRON

Itsusaku Naito

Synopsis:

Some physical properties on white heart malleable cast iron were studied and the following results were obtained.

(a) Change of specific gravity in annealing:

The specific gravity decreases continuously by decarburization after graphitization had completed. This fact shows that traces of temper carbon remain as cavities, hence the decarburized zone of malleable cast iron is not sound as steel.

(b) Tensile strength:

The tensile strength was discussed in dividing into two parts as graphitized zone and decarburized zone, the former strength was almost the same with pearlite malleable cast iron, but the latter strength was lower than black heart malleable cast iron in spite of the structure is same silicoferrite as black heart malleable cast iron.

(c) Embrittlement:

If silicon content increase, there takes place so called embrittlement phenomena as known on black heart malleable cast iron, but when silicon content decreased, this phenomena was not observed.

(d) Growth during repeated heatings and coolings:

Gray cast iron or black heart malleable cast iron takes place an apparent growth during repeated heatings and coolings, but the white heart malleable cast iron decarburized extensively did not take place the growth notwithstanding some temper carbons are remained in ferrite.

I. 緒 言

黒心可鍛鑄鐵の諸性質については既に幾多の研究が行はれているが、白心可鍛鑄鐵についてはそれがあまり行はれていない。黒心可鍛鑄鐵は組織が單純であるので、その性質も組織の上から割合簡単に論ずることが出来るが、白心可鍛鑄鐵の方は焼鈍黒鉛とフェライト以外に量の一定しないパーライトが存在するので組織が複雑であり従つてその性質も一律に論ずることが出来ない。こゝでは普通製造されている程度の成分並に焼鈍範圍のものについて比重、機械的性質、エンブリトルメント現象並に高温成長等の問題について實驗を行い白心可鍛鑄鐵の性質を知ると同時に焼鈍中の脱炭の機構についても論及した。又これは黒心可鍛鑄鐵の性質に對しても批判の視野を擴げることにもなつた。

II. 試 料

試料は可鍛鑄鐵用白銑、高炭素銑、高珪素銑並に軟鋼を適當に配合して坩堝で熔解し、砂型で鑄造した。その寸法は厚さ 5mm、平行部の幅 12mm、長さ 60mm、それに兩端に幅 20mm、長さ 35mm の握りの部分のついた抗張力試験片の形とし、衝撃試験や成長試験の試料はこれから適當に切削して作ることにした。なを上記の厚さ 5mm のもの以外に厚さ 3mm の金型で鑄造したのも若干準備した。試料の成分は第1表のようで、珪素を3通り、硫黄を4通り變え計12種類とした。其の他の成分は普通含有される程度に大體一定し別に留意しなかつた。各試験片は鑄造後平行部のみグラインダーで鑄

* 徳山鐵板株式會社研究所

第1表 試験片の成分

符 號	C	Si	S	Mn	P
A 1	2.65	0.45	0.030	0.28	0.083
A 2	2.70	0.48	0.076		
A 3	2.74	0.42	0.078		
A 4	2.64	0.50	0.105		
B 1	2.76	0.58	0.042	0.30	0.072
B 2	2.63	0.61	0.066		
B 3	2.61	0.63	0.065		
B 4	2.72	0.60	0.113		
C 1	2.68	0.85	0.033	0.24	0.091
C 2	2.79	0.82	0.064		
C 3	2.61	0.84	0.075		
C 4	2.80	0.90	0.096		

造時の表面の凹凸が消へる程度に研磨したが、特に嚴格に厚さを一様になかつたので各試料間には $\pm 0.2\text{mm}$ 以下の厚さの相違があつた。

焼鈍はこれ等の試料全部を一つの鉄面にミルスケールと共に詰めてマフル型電気爐に入れて行つた。焼鈍温度は 950°C 、先づ最初 24 時間保持の後一度冷却して試料全部を取り出し一度比重の測定を行い、次いで更に 950°C で 48 時間焼鈍した。合計 72 時間焼鈍後約 3 時間を要して 800°C に温度を下げ、この温度に 48 時間保持した。最後の冷却は 200°C まで爐中で行い其の冷却速度は 500°C 以上は 1 時間當り約 40°C 、全體で 16 時間を要した。以上の操作で焼鈍脱炭したものを標準のものとしたが、一部別に脱炭フェライト層のより厚いものを少量必要とするので、A1, B1, 及び C1 のものから各 2 本の試料をとり、更に 800°C で 24 時間焼鈍し、大體前と同様な冷却速度で冷却した。以上の温度の保持冷却速度の調節は總て千野製のポテンションメーター式自動温度調節器を用いた。

III. 焼鈍による比重、炭素量並に組織の變化

白心可鍛鑄鐵の比重そのものは大して必要な問題ではないが、焼鈍によつてこの比重がどのように變化するかは内部の黒鉛化のみでなく脱炭による組織の變化を検討する上に重要な一つ的手段と考えられる。比重の測定は空中の重量と水中の重量の差から計算する方法により先づ全試料について焼鈍前白鉄のものについて測定を行ひ、次いで焼鈍中大體全試料が黒鉛化を完了したであろうと思はれる 950°C 24 時間後に一回、又前述の全焼鈍操作を行つて後一回と計 3 回行つた。結果は 2 本以上の同一成分のものゝ平均値をとつた。第 2 表はこの結果である。これについて見るに鑄造のままの白鉄の時には珪

第2表 比重の變化

試料	鑄造のまま	950°C 24hr 焼鈍後	減少比率 %	最終状態	減少比率 %
A 1	7.74	7.53	2.7	7.50	0.4
A 2	7.71	7.49	2.9	7.44	0.7
A 3	7.71	7.48	3.0	7.42	0.8
A 4	7.68	7.46	2.9	7.41	0.7
B 1	7.73	7.52	2.7	7.48	0.5
B 2	7.70	7.50	2.6	7.48	0.3
B 3	7.71	7.48	3.0	7.44	0.5
B 4	7.68	7.49	2.5	7.44	0.5
C 1	7.69	7.41	3.6	7.34	0.9
C 2	7.68	7.37	2.7	7.30	0.9
C 3	7.65	7.36	3.8	7.31	0.7
C 4	7.62	7.31	4.0	7.26	0.7

素硫黄の増加によつて比重は減少している。 950°C 24 時間焼鈍して遊離セメントイトを黒鉛化させた後の中間測定では、A 系並に B 系のものは 2.5% 乃至 3.0%、C 系のものでは 3.0% 乃至 4.0% 夫々比重を減少している。次になを焼鈍を繼續し全體として 950°C 72 時間、 800°C 48 時間焼鈍したものにあつては、24 時間焼鈍後のものに比較して A 系 B 系のものでは 0.3% 乃至 0.8% C 系のものでは 0.7% 乃至 0.9% 比重が減少している。次にこの焼鈍中の炭素量の變化を見よう。この炭素量の分析は試験片の握りの部分を錐で貫通して試料を取り其の全量について行つて行つていたので各組織部を貫いた平均値である。又位置による相違も相當あるので、同一成分で異つた試料 2 本以上 4 本の平均値を取つた。其の平均誤差は $\pm 7\%$ 程あつた。この炭素量の變化並に組織の變化は第 3 表のようである。この表から見るに最初の 24 時間の焼鈍中の脱炭では、A 系 B 系は硫黄の増加により、又全體としては珪素の増加により脱炭量を減少している。最終の場合にもほぼ同様なことが云えるが、C 系では硫黄の増加により脱炭量が増す傾向が見える。次に最終の場合化合炭素と遊離黒鉛の關係を見るに、明かに珪素の増加は化合炭素を減じ黒鉛を増している。硫黄の影響はこの關係に於ては明かに認められない。

次に比重の變化について吟味して見よう。硫黄や珪素の増加によつて比重の多少減少することや、黒鉛化によつて大いに減少することは既に明かなことであつて今更論ずる必要はない。たゞ問題は遊離セメントイトが完全に黒鉛化して後脱炭を受けた場合、即ち焼鈍 24 時間後と最終の場合で 0.3% 乃至 0.9% の比重の減少がなを起きていることである。可鍛鑄鐵の黒鉛化の測定方法として普通行はれるデイトメーター試験で、白鉄が一定温度で完全に黒鉛化した後は如何に長時間其の温度に保持するも膨脹は起さないことは既に菊田博士其の他の人

第3表 炭素量並に組織の變化

試料	鑄造のま の全炭 素	24hr 焼 鈍後の 全炭 素	最終の炭素			最終の組織	
			全炭素	化合炭素	黒鉛	フェライ ト層	内部の状態
A 1	2.65	1.35	0.57	0.38	0.19	0.6mm	C 0.5 乃至 0.6% の鋼状組織に焼鈍黒鉛あり。 焼鈍黒鉛を包むフェライトなし
A 2	2.70	1.35	0.60	0.36	0.24	0.7	
A 3	2.74	1.55	0.63	0.39	0.23	0.6	
A 4	2.64	1.55	0.74	0.38	0.36	0.7	
B 1	2.76	1.57	0.78	0.24	0.54	0.8	C 0.4% 内外の鋼状組織に焼鈍黒鉛あり。 焼鈍黒鉛を包むフェライトなし
B 2	2.63	1.64	0.82	0.25	0.57	0.7	
B 3	2.61	1.81	0.81	0.26	0.55	0.8	
B 4	2.72	1.85	0.88	0.33	0.55	0.7	
C 1	2.68	1.77	0.94	0.12	0.82	0.9	C 0.2% 内外、焼鈍黒鉛の周囲にフェラ イトが多いが明かな bull's-eye 組織では ない。
C 2	2.79	1.90	1.09	0.14	0.96	0.9	
C 3	2.61	1.65	0.90	0.14	0.76	0.8	
C 4	2.80	1.70	0.66	0.11	0.55	1.2	

々の実験に於て明かである。又脱炭によつて地の炭素量が減少することや、周囲からフェライト層が發達することは結果として比重の増加とはなつても減少とはならない。何となれば一般に鋼に於ては炭素量が低い程比重は大であるから。この比重の減少は焼鈍黒鉛からの炭素の脱出に原因を求めなければならない。第3表で明かなように、焼鈍 24 時間後と最終とで炭素量の減少は平均 0.85% となつてゐる。この中、地の炭素量の減少によるものは少く大半が焼鈍黒鉛からの脱出である。今其の炭素を失つた跡が空孔として殘留するとすれば、平均 0.85% の炭素の脱出によつて 0.3% 乃至 0.9% の比重の減少を起すことは定量的によく一致するのである。白心可鍛鑄鐵の顯微鏡検査でこの空孔があまり明瞭に現はれないので、焼鈍黒鉛消滅後は地で填されると云う意見もあるが、この比重の測定から焼鈍黒鉛跡は其のまま空孔となつてゐると云うことが明かに認められる。

IV. 抗張力

第1表の A1, B1, C1 は各4本、但し内2本は特に追加焼鈍を行つたものを、其の他の成分のものは各2本を取つて抗張力並に伸びの試験を行つた。伸びの測定距離は $L=4\sqrt{A}$ (A は試験片の斷面積) により 40mm とした。

試験結果は第4表のようであつた。A1, B1, C1 以外は何れも2本の試験片の平均値である。

先づこれによつて成分の影響を見るに、硫黄の影響は殆ど認められない。又珪素の影響としては珪素が増加すればやゝ抗張力を減じ伸びを増している。然しこれは珪素の直接影響ではなく、第3表のように珪素の變化によつて脱炭後の組織が變つてゐるためである。たゞ白心可

第4表 抗張力と伸び

符號	摘 要	抗張力 kg/mm ²	伸 %
11	A1) 追加焼鈍を行つ	37	6
12	A1) たもの	35	6
13	A1	44	6
14	A1	41	7
15	A2	42	5
16	A3	40	6
17	A4	46	6
21	B1) 追加焼鈍を行つ	36	7
22	B1) たもの	38	6
23	B1	41	6
24	B1	39	8
25	B2	40	6
26	B3	39	7
27	B4	42	6
31	C1) 追加焼鈍を行つ	35	8
32	C1) たもの	33	9
33	C1	38	7
34	C1	37	8
35	C2	36	7
36	C3	36	8
37	C4	33	9

鍛鑄鐵の抗張力としてはこれによいのであるが、この抗張力を夫々の組織に照し合せて考えることが必要であり、其れによつてこゝに取り上げた場合以外に廣く白心可鍛鑄鐵の抗張力を推知することが出来る。硫黄の影響は明かではなく其の必要も少いのでこゝでは珪素についてのみ考えることにした。第4表の結果は其の組織からみて試験片の周縁部のフェライト層と、中心部のフェライトとパーライトの混合部との二つのものゝ組合せられたものに對する結果であるので、この兩者を分離して検討しよう。今一つの試験片の全面積を A_t 、フェライト層の部分の面積を A_f 、又フェライトとパーライトの混合部の面積を A_p とし、全體としての平均抗張力を σ_t 、フ

フェライト層の抗張力を σ_f , 又フェライトとパーライトの混合部の抗張力を σ_p とすれば極く簡単に

$$\sigma_t = (\sigma_f A_f + \sigma_p A_p) / A_t$$

よつて2本の異つた試験片について夫々の σ_t, A_t, A_f 及び A_p を知れば σ_f, σ_p は容易に算出することが出来る。

$$\sigma_p = (\sigma_{t1} A_{t1} A_{f2} - \sigma_{t2} A_{t2} A_{f1}) / (A_{p1} A_{f2} - A_{p2} A_{f1})$$

$$\sigma_f = (A_{t2} \sigma_{t2} - \sigma_p A_{p2}) / A_{f2}$$

この計算を行うために、前述のように同一成分で、フェライト層の厚さの異つたものを作つたのである。計算に使用した試料と數値並に結果は第5表のようである。

第5表 σ_p, σ_f の計算
(抗張力は kg/mm², 面積は mm²)

符號	σ_t	A_t	A_p	A_f	σ_p	σ_f
11	37	70.2	41.2	29.0	52	24
13	44	52.2	24.8	27.4		
12	35	59.0	38.3	20.7		
14	41	52.6	22.7	29.9	52	22
11					50	26
14						
A1 の平均					52	24
21	36	58.0	24.7	33.3	47	28
22	38	57.5	29.5	28.0		
24	39	61.2	34.9	26.3		
22					50	25
21					49	27
24						
B1 の平均					49	27
31	35	54.4	16.4	38.0	43	32
33	38	55.9	32.9	23.0		
34	34	64.8	32.0	32.8		
31					46	30
33					45	29
34						
C1 の平均					45	31

この計算から見ると、脱炭によつて生じたフェライト層の抗張力は珪素 0.45% で 24kg/mm² が珪素 0.85% に増すと 31kg/mm² に増加する。又化合炭素 0.5 乃至 0.6% のフェライトとパーライトの混合部の抗張力は珪素 0.45% で 52kg/mm² 又化合炭素 0.2% 内外で珪素 0.85% のものは 45kg/mm² ということになる。次にこれ等の結果を黒心可鍛鑄鐵のものに比較して見よう。菊田博士¹⁾の實驗によるに黒心可鍛鑄鐵の抗張力は珪素 1.0% で約 36kg/mm²。又珪素 1.4% で 38kg/mm² と珪素の増加により抗張力が増加している。完全に黒鉛

化した黒心可鍛鑄鐵の抗張力を決定するものはフェライトのみであるので、この白心可鍛鑄鐵のフェライト層部と比較することが出来る。今黒心可鍛鑄鐵の珪素量と抗張力の関係を延長してこれと比較すると明かに脱炭によつて生じたフェライト部の抗張力は、黒心可鍛鑄鐵のフェライト即ち黒鉛化の結果生じたフェライトより同一成分で相當低いことが認められるのである。次に白心可鍛鑄鐵の内部即ちフェライトとパーライトの混合部の抗張力を見よう。これは普通の黒心可鍛鑄鐵ではなく高抗張力可鍛鑄鐵として種々の量のパーライト²⁾を黒心可鍛鑄鐵の地に作つたものに比較するに、これは珪素の影響はあまりあらはれず、上記の白心のものも黒心のものも大差を認めない。最後に伸びの問題であるが、白心可鍛鑄鐵で周縁部のフェライト部分が如何に伸び易い性質を持つていても、内部のパーライトを混じた部分の伸びが少なければ、抗張力試験に於ては完全にこの内部の伸びによつて支配されてしまう。今の場合の伸びを前述の黒心可鍛鑄鐵の地にパーライトを生じているものゝ伸びに比較して見るに大體同程度のものになつている。一般に白心可鍛鑄鐵の内部構成は厚さに對する脱炭程度により種々異つてゐるが、以上取扱つた様に周囲のフェライト層と内部のフェライト+パーライト層と一應別々に考えてこれを組合せることによつて其の抗張力を推定することが出来る。

V. 衝撃値とエンブリットルメント

可鍛鑄鐵は實用上衝撃値の大きいことが望まれてゐる。以下白心可鍛鑄鐵の衝撃値を黒心可鍛鑄鐵に比較して測定して見た。又黒心可鍛鑄鐵の特性として所謂エンブリットルメント現象が大いに衝撃値を減少するが、このエンブリットルメント現象が白心可鍛鑄鐵に如何にあらはれるかについても簡単な實驗を行つて見た。

衝撃試験は前述の試験片の兩握り部分を切りすて斷面積 5×12mm²、長さ 60mm のものとして試験を行つた。この際試験片の表面を削ることはそれだけ脱炭層を減ずるので表面は焼鈍のままとした。又同様の理由でノッチも付けなかつた。衝撃値試験機は 30kg. m, シャルビー式を用いたが、試料の衝撃値が小さいので衝撃を與える側の振上げ角度を小さくして試験した。よつてこゝに求められた衝撃値は相互の比較値と見ねばならない。比較のため取つた黒心可鍛鑄鐵の試料は CI のものを白銑から 950°C 12 時間、690°C 24 時間焼鈍して別に作つたものである。實驗結果は第6表のようであつた。なを折れた後、試験片の破片を接合して折れた時の屈曲角

をも参考のため記載した。

この結果から見るに、多少のフェライト層の増加や、相當の化合炭素の減少があつても、硫黄も珪素もともに衝撃値を減少し、又黒心可鍛鑄鐵としたものは衝撃値を増している。

第6表 衝撃値 (15×12mm², kg.m)

符號	成分	フェライト層の厚さ	衝撃値	屈曲角
111	A 1	0.7	2.8	148°
112	A 1	0.7	2.7	
114	A 4	0.6	2.5	
115	A 4	0.7	2.6	147
121	B 1	0.7	2.6	149
122	B 1	0.8	2.7	
124	B 4	0.8	2.4	147
125	B 4	0.7	2.3	
131	C 1	0.9	2.4	143
132	C 1	1.0	2.4	
134	C 4	1.1	2.2	146
135	C 4	1.0	2.3	
BM	C 1	黒心可鍛鑄鐵	3.2	130
BM	C 1		3.3	127

抗張力試験では明かな影響のなかつた硫黄が衝撃試験では明かに脆性を増していることは鋼の場合から容易に考えられることである。又珪素の影響を見ると、珪素はフェライト層を増し且つ中心部の化合炭素量を大いに減少しているの、その点からのみ見れば衝撃値を増加するように考えられるが、一方一般の鋼の場合に見られるように珪素自身の影響として脆性を増して来るため衝撃値が減少しているのであらう。然しそれも比較的問題であつて完全に化合炭素を無くして黒心可鍛鑄鐵となれば又組織の方から柔軟性を増し衝撃値が大いに増大することになる。又この衝撃値の大小は脱炭の面から見て次のようなことも云える。珪素の増加は黒鉛化を速かにし黒鉛化後の脱炭を起す。黒鉛化後脱炭すると其の黒鉛粒の消滅した跡が孔となり衝撃に對して弱性質を與えることになる。反對に珪素の少いものは黒鉛化が困難なため黒鉛化前の脱炭即ちセメントイトが炭素源となる脱炭を起すのでその脱炭部は緻密であつて衝撃値が大きいと云うことが出来る。この實驗では試料の厚さに對して脱炭が充分でなかつたので明かにされていないが、黒鉛化困難な白鉄を充分脱炭して得られた白心可鍛鑄鐵は完全黒鉛化によつて作られた黒心可鍛鑄鐵より大きな衝撃値をもつてあらうことは容易に推定される。然し黒鉛化の速かな材料でも表面を脱炭すれば衝撃値を上げられると信じ黒鉛化と共に脱炭を行つている例をしばしば見るがこれは全く無意味なことである。

黒心可鍛鑄鐵は 300°C 乃至 550°C の温度範囲から急

冷すると非常に脆くなり、一度脆くなつたものも再び 650°C 乃至 700°C から急冷するとこの脆くなつたものが回復する現象、所謂エンブリットルメントがあることは古くから知られ、菊田博士²⁾による廣い研究もある。これは勿論黒心可鍛鑄鐵のフェライト内に起る現象であるので同様のことが白心可鍛鑄鐵にも起るであらうことは豫想される。以下これについて簡単な實驗を行つて見た。實驗は最も脆性の甚しくあらはれる 450°C から水中冷却した場合と、これを更に 650°C に加熱し水中冷却した場合の衝撃値の變化を見るだけにした。試験片は珪素量の異なる A1, B1, C1, について各2本づゝ衝撃試験片をとり、450°C に 30 分間保持後水中に投入し冷却後衝撃値を測定した。其の結果は第7表のようであ

第7表 エンブリットルメント試験

符號	珪素量	處	理	衝撃値
116	A1, 0.45	450°C から	水中冷却	2.7
117	"	"	"	2.7
126	B1, 0.58	"	"	2.5
127	"	"	"	2.6
136	C1, 0.85	"	"	1.6
137	"	"	"	1.4
138	"	450°C 水中冷却後		2.0
139	"	650°C から	水中冷却	2.1

つて、C1 には著しく脆性があらはれたが、B1 には殆ど、A1 には完全にこの現象はあらはれなかつた。次に著しく脆くなつた C1 の試験片を 650°C に 30 分間加熱して水中冷却を行つたものは表のように完全ではないが大體衝撃値を回復している。

以上の實驗によつて白心可鍛鑄鐵でも、珪素量が黒心可鍛鑄鐵に近いものには明かにエンブリットルメントが起きるが、珪素量の少いものには起きないと云う事實を知つた。菊田博士は黒心可鍛鑄鐵についてのみ實驗したので成分の影響には觸れていないが、この實驗によりエンブリットルメントと云う現象は珪素の影響が大で珪素量 0.7 乃至 0.8% 以上の所謂シリコフェライトに顯著にあらはれるものである。菊田博士はエンブリットルメントの原因を説明するために、二三の假定を設けたが要はフェライト間の固溶炭素の舉動によるものとしている。白心可鍛鑄鐵の脱炭に於て、珪素の増加はフェライト内の炭素の擴散を大いに助成し速かにフェライト層を發達させることや、黒心可鍛鑄鐵の第二段黒鉛化と同様速かに燒鈍黒鉛の周圍にフェライトを發達させること等を考え合せると、珪素は α 鐵内の炭素の舉動を著しく活潑化することが認められ、この性質が可鍛鑄鐵のエンブリットルメントとも一連の關係を有するものと見られ

るのである。

VI. 成 長

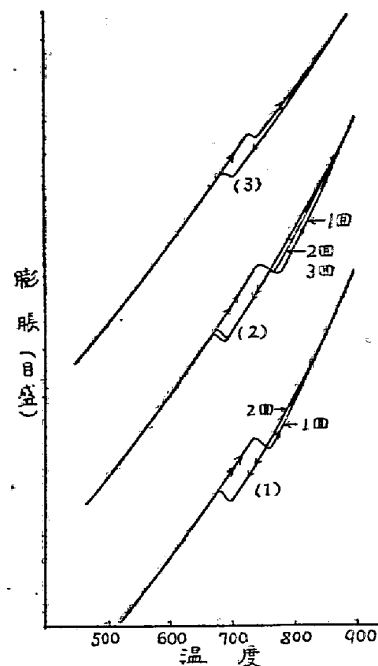
一般に灰鉄鑄物を A_1 變態点を越して加熱冷却する時には次第に其の體積を増し所謂成長の現象を起すことは既に知られている處であり、菊田博士⁴⁾は黒心可鍛鑄鐵にも其の程度は少いが同様成長の現象があることを報告されている。又同博士はこの成長の理論も立て、鑄鐵の成長は遊離炭素から地に對する炭素の擴散と、それに依つて生じたパーライトの黒鉛化によると結論し、パーリテックセメントタイトの黒鉛化せぬものは成長は極く少ないと述べている。白心可鍛鑄鐵はなを多量の遊離黒鉛を包含しているが、脱炭のため其の遊離黒鉛の地との連關性が次第に薄くなつていと云う著者の考えから、白心可鍛鑄鐵にある遊離黒鉛は灰鉄鑄物や黒心可鍛鑄鐵のものとは異り、成長を起す能力頗る弱く、これのみが成長の主原因であるならば、成長は起きないか又は非常に少いであらうと云うことが推定されるのである。以下二三の場合について實驗を行つて見た。

試料 A1: 珪素 0.45% の A1 を断面 $5 \times 5 \text{mm}^2$ の棒としてダイラトメーターで試験した。試料の中央部はパーライトとフェライトとが混合し、焼鈍時の表面には全體の面積比で約 28% のフェライトのみの部分を持ち、焼鈍黒鉛は勿論存在している。實驗は空氣中で 600°C から 900°C の間を往復させた。加熱冷却の速さは一往復約 3 時間半を要した。結果は第 1 圖の (1) のようであつて、高炭素鋼の場合と同様な形で何等成長を起していない。試験後試料を切斷して組織を見ると中心部は多少焼鈍黒鉛から炭素が溶出し地は殆どパーライトのみとなつていた。

試料 C1: 珪素は 0.85% あり、フェライト層の占める面積は全斷面積の約 36% あつた。

成長試験の結果は第 1 圖 (2) のようであつて A_{c1} 以上の部分で 2 回目後も加熱曲線が冷却曲線より多少下位にあり僅にループを畫いているが成長は認められない。試験後試料の内部組織を見ると、極く中心部は其の範圍僅であるがパーライトの地に焼鈍黒鉛を中心にフェライトを析出し所謂 bull's-eye 組織となつてはいるが、其れより外周に向つてフェライト層との間は焼鈍黒鉛とは全く關係のパーライトとフェライトの混合組織となつてはいる。

試料 G1 (厚さ 3mm) 試料の厚さを薄くして特に脱炭の程度を高めたもので、中心部に僅にパーライトを混ざる部分が面積で約 20% あるのみで他はフェライトとなつてはいた。焼鈍黒鉛又はその跡孔と認められるものは



第 1 圖 温度—膨脹曲線

多数點在していた。成長試験の結果は第 1 表 (3) のようであつて、これも全く成長を起していない。試験後の試料の組織はたゞパーライトの存在する部分の組織が細くなつたのみで試験前と殆ど變つていない。

以上の實驗結果から見ると A1 の試料では珪素が少いため黒鉛化が遅れたために成長を起さなかつたとも見られるが、C1 の兩試料では中心部の僅かの範圍以外は焼鈍黒鉛が存在しながら加熱冷却の途中その焼鈍黒鉛から炭素の溶出、析出が殆ど行はれていないし、同時に成長も起していないことが知られた。このことは最初に豫想した通りであつた。

VII. 結 論

(1) 非常に黒鉛化の困難な場合は例外として、一般に白心可鍛鑄鐵では脱炭により比重を増すようなことはない。一度焼鈍黒鉛が占めた位置は永久に孔として残る。よつて黒鉛化の速かな材料を特に脱炭しても強靱性は増さない。然しこの表面は黒心可鍛鑄鐵とは異り機械加工するか、研磨すれば孔はつぶれて平滑な面となり鍍金其の他の表面加工は鋼と同様出来る。

(2) 白心可鍛鑄鐵の抗張力は残留パーライトの量によつて支配されるので、普通含有される程度の成分の直接影響は全體としては認め難い。又その伸びも内部のパーライトのある部分の伸びによつて支配される。

(3) 白心可鍛鑄鐵の内部のパーライトのある部分の抗張力はパーライトを含む黒心可鍛鑄鐵とほぼ同様であ

るが、表面のフェライトのみの部分は黒心可鍛鑄鐵のフェライトよりも相當抗張力が劣る。即ち脱炭によつて出來たフェライトは弱いということが出来る。然しこの場合も珪素の増加によつて強さを増す。

(4) 珪素も硫黄も其の量の増加によつて衝撃値を減少する。又白心可鍛鑄鐵は内部を充分黒鉛化するが、珪素を減じ黒鉛化を困難にしておいて充分脱炭するかしなければ黒心可鍛鑄鐵と同様又はそれ以上の衝撃値は得られない。

(5) 450°C 附近の溫度から急冷すると非常に脆くなる可鍛鑄鐵のエンブリットルメントの現象は珪素が黒心可鍛鑄鐵に近いものでは白心可鍛鑄鐵にもあらはれる。然し珪素0.6%以下のものにはこの現象はあらはれない。

エンブリットルメントはシリコフェライトの特性と見られる。

(6) 白心可鍛鑄鐵は A_1 變態點を越えて往復する加熱冷却による成長は、ないか又はあつても非常に少い。其の程度は成分と脱炭の程度による。珪素の低いもの、脱炭が充分行はれたものでは遊離黒鉛を含んでいても成長を起さない。
(昭和 25 年 6 月寄稿)

文 献

- 1) 菊田：鐵と鋼，第1號，昭和2年
- 2) 内藤：鑄物，第4號，昭和10年
他に菊田，内藤による研究あるも未發表
- 3) 菊田：鐵と鋼，第3號，昭和7年
- 4) 菊田：鐵と鋼，第8號，昭和9年

9 月 號 論 說 豫 告

- | | |
|---|----------------------|
| 1. 發生爐ガス平爐に於ける燃焼に就て..... | { 土 居 寧 文
田 坂 剛 二 |
| 2. 炭素による固體酸化鐵の還元反應に及ぼす.....
觸媒の影響 | { 薄 田 寬
佐 野 幸 吉 |
| 3. 熔鐵中の珪素，熔滓及 H_2-H_2O 間の平衡に就て.... | { 三本木 貢 治
大 谷 正 康 |
| 4. 燒入高速度鋼の常溫に於ける Stabilization.....
に就て | { 岡 本 正 三
永 倉 充 |
| 5. 高クロム系高速度鋼に於ける各種元素の影響..... | 小 柴 定 雄 |
| 6. 耕作農具の材質に関する研究 (I)..... | 長 尾 肇 |
| 7. オーステナイト可鍛鑄鐵の研究 (I)..... | 堤 信 久 |
| 8. 燃焼容量法による高硫黄鐵鋼中の炭素定量.....
分析に於ける S の影響除去法の研究 | { 池 下 卓 穗
末 松 一 雄 |