鑄鐵の組織圖の研究 (第2報) 鑄鐵の基本組織圖について*

丸 山 益 輝**

Masuteru Maruyama: Studies on the Structural Diagram of Cast Iron (2nd Report) On the Standard Structural Diagram of Cast Iron. Structural diagrams of cast iron, hitherto reported by Maurer, Greiner-Klingenstein and Sipp, contain various defects in the treatment of cooling rate or carbon and silicon contents. In this paper, the writer studied a method of expressing the structural diagram and experimentally obtained a new diagram. The diagram briefly and clearly shows the relationship between carbon and silicon contents, cooling rate and structure.

(Received August 30, 1950)

I. 緒 言

前報においても一寸ふれた如く、冷却速度は鑄鐵の組織に対し大きな影響をもっている。しかもそれは目的とするものの大きさにより自ら限定され、鑄造条件や成分の如くこれを任意に調節することは技術的にかなり困難である。従つて鑄鐵の組織圖に肉厚の影響を詳細にとり入れることは極めて肝要である。この点最も著名な Maurer の組織圖⁽¹⁾は不満足なものである。そこで Greiner-Klingenstein⁽²⁾及び Sipp⁽³⁾はこの点を深く考慮した新しい組織圖を発表した。しかしそれらの組織圖は C 及び Si 量を表すのにそれぞれ (C+Si) や炭素飽和度 Sc を用いているが、これらが果して組織に対し妥当なものであるかどうかには多くの疑問がある。

ているので著者はこれらの data を実験的に再検討してみた。その結果新しい基本組織圖を決定することが出来た。なお得られた実験結果に基づき Greiner-Klingenstein 及び Sipp の組織圖の表現法の可否をも検討してみたが、それらの結果について報告する。

II. 試料及び實驗方法

配合材、試料作製法及び實驗方法はすべて前報同様で、C 及び Si 量の変化による組織に対する断面限度の変化を測定して組織圖を作つた。最高加熱温度と鑄込温度は前報の結果からそれぞれ 1500° と 1400° に規定した。各試料の成分は Table 1 に示してある。

Table 1 Composition of Cast Irons.

No.	C %	Si %	Mn %	P %	S %
A 1	2.20	1.46	0.61	0.233	0.025
A 2	2.42	1.42	0.65	0.254	0.022
A 3	2.57	1.41	0.55	0.244	0.029
A 4	2.81	1.60	0.45	0.255	0.044
A 5	2.96	1.54	0.79	0.332	0.019
A 6	3.16	1.40	0.62	0.435	0.025
A 7	3.36	1.59	0.45	0.227	0.039
A 8	3.45	1.47	0.71	0.356	0.033
A 9	3.62	1.57	0.53	0.323	0.030
A 10	3.79	1.48	0.67	0.229	0.027
B 1	2.30	2.41	0.58	0.375	0.031
B 2	2.51	2.53	0.63	0.380	0.021
B 3	2.62	2.47	0.63	0.421	0.029
B 4	2.73	2.51	0.64	0.362	0.029
B 5	2.80	2.39	0.64	0.426	0.023
B 6	3.00	2.48	0.64	0.351	0.024
B 7	3.15	2.46	0.71	0.216	0.037
B 8	3.38	2.48	0.75	0.384	0.032
B 9	3.58	2.33	0.51	0.196	0.037
B 10	3.76	2.47	0.74	0.416	0.028

Fig. 1 New Structural Diagram of Cast Iron (by Sipp's Data)

そこで著者は先に報告⁽⁴⁾した如く、Sipp の data を用いて Fig. 1 の如き形式の新組織圖を考えなが、この Sipp の data は Greiner-Klingenstein の data とかなり相違し

** 東北大学金属材料研究所

* 1949 年 4 月本会東京大会に発表

(1) E. Maurer und P. Holtzhausen, Stahl u. Eisen, 47 (1927), 1850; 1929.

(2) Greiner und Klingenstein, Stahl u. Eisen, 45 (1925), 1173; V. D. I., (1926), 388.

(3) Sipp, Arch. Eisenhüttenwes., 14 (1940), 207.

(4) 丸山, 日本金属学会分科会報告, I (1947), 第 8 分科会, 1.

III. 實驗結果及び考察

Fig. 2 は Si 量を 1.5% に規定した場合の組織圖で I, IIa, II 及び IIb はそれぞれセメンタイト組織 (白鉄), セメ

ソナイト組織+パーライト組織(斑鉄), パーライト組織及びパーライト組織+フェライト組織(軟鉄)を示す。Si 量

Fig. 2 Structural Diagram of Cast Iron Containing 1.5% Si.

を増加させて 2.5% と規定した場合の組織図は **Fig. 3** に示してある。図において I と IIa の組織境界線 A を除き

Fig. 3 Structural Diagram of Cast Iron Containing 2.5% Si.

B と D の各境界線は 1.5% の場合に比しかなり薄肉の方に移動し鑄鉄が軟化している。ここで特に注意すべきことは、この場合のように Si 量が高いと、II はパーライト組織といつても完全なパーライト組織ではなく、図の点線 C より薄肉に向つた内部においては共晶組織を含み、鑄鉄は著しく軟化していることである。即ち実際のパーライト組織の範囲は厳密には C 線と D 線の間の極く狭い範囲に限られているのである。

いまこれらの結果を組合せて Fig. 1 の如き組織図を作る前に Greiner-Klingenstein の結果を検討するため、これらの結果をその図の上にのせてみると **Fig. 4** の如くなるこの場合、図の繁雑を防ぐため何れの data においても白鉄と斑鉄との境界線 A は省略した。なお Sipp の data もこの図の上にのせて検討してみた。図をみて先ず気がつくことは例え $(C+Si)$ が同一でも C 及び Si の絶対量が相違すれば組織範囲にズレを生ずることである。即ち同一 $(C+$

Si) 量では Si 量が高く C 量が低い場合はチルし易くなり、その傾向は $(C+Si)$ 量が低い程大となつてゐる。従つて組織図において C 及び Si 量を $(C+Si)$ で表現することは合理的でない。

Fig. 4

著者の結果と Greiner-Klingenstein の結果とは $(C+Si)$ が高い場合はかなり近い結果をえているが、低くなるにつれて兩者の間にはかなりズレを生じて来る。しかし Si 量が低くなれば次第に Greiner-Klingenstein の結果に近づく傾向がみえる。なお Sipp の結果は以上何れの結果に対しても著しい相違を示し、余り信頼できないように思われる。

Si 量が 1.5% の場合にも 2.5% の場合にも各組織境界線はこれを上に外ずると何れも Greiner-Klingenstein の図の組織境界線に近接し、肉厚が 0 mm の所で $(C+Si)=7.0$ の点に略々収斂して行く傾向がみえる。そこでこの傾向を

Fig. 5 New Standard Structural Diagram of Cast Iron.

Si 量 1.5% と 2.5% の図の各線に適用し、これら兩図を組合せると **Fig. 5** の如き簡潔なる新組織図をうる。図中 Si 量が 1.5% の各線は肉厚 0 mm のところで $C=7.0-1.5=5.5$ の点に、2.5% の各線は $C=7.0-2.5=4.5$ の点に収

敏している。

上述の如くこの組織図は Si 量 1.5% と 2.5% の図を組合せたものであるが、任意の Si 量の組織範囲も簡単に知りうる。例えば Si 量が 2.0% の組織範囲は B と B' 線及び D と D' 線の中点線 B'' と D'' を置けばえられる。この B'' と D'' 線の収斂点は $7.0 - 2.0 = 5.0$ の炭素量の所である。任意の Si 量の組織範囲も同様の操作により知りうる。

この新組織図の特色とする所は肉厚 即ち冷却速度の影響が十分に考慮され、C 及び Si 量が絶対値をもつて取扱われていることの他に図の B と D' 線にかとまれたような中間の範囲をねらえば、Si 量が 1.5% から 2.5% の間に大きく変動しても、一応常にパーライト組織をうる安定な範囲を知りうることである。またこの図によれば組織に対する C と Si の作用力の比較をなしうる。例えば Si 量が 1.5% の場

Fig. 6

合 C 量が 3.0% ではチルが a 点 即ち 15.5mm まで入るが、これに Si を 1% 添加して 2.5% とすると、a 点は b 点まで移り、チルの深さは 10.5mm に下がる。これを C にて行うためには a 点を c 点までもつて来る必要がある。そのためには C 量を 0.52% 増して 3.52% にしなければならぬ。

即ちこの場合 Si 量 1% は C 量 0.52% と同じ作用をもつことになる。

Sipp の組織図を検討するため上に得た結果をその図の上にのせてみると Fig. 6 の如くなる。これを見るとたとえ炭素飽和度 Sc が同一であつても Si 量が相違すれば組織範囲にズレを生じ、Si 量が高いとチルは浅くなつてゐる。従つて組織図において C 及び Si 量を Sc で表現することも又合理的でない。なお Sipp の図は著者の結果と比べて組織範囲がかなり相違しているがこれは Fig. 4 においても論じたように Greiner-Klingenstein の結果に対しては一層大きな相違を示し、この data は余り信頼出来ない。

IV. 總 括

Si 量を 1.5% と 2.5% に規定した場合の組織、肉厚及び C 量の間の関係図を実験的に定め、その両図を組合せて新しい基本組織図をえた。図中の各組織境界線は何れも肉厚が 0 mm の所で $(C+Si) = 7.0\%$ の点に収斂している。

この図の特色とするところは肉厚即ち冷却速度の影響が十分に考慮され、C 及び Si 量が絶対値をもつて取扱われていることの他に Si 量がかなり大きく変動しても、常にパーライト組織をうる安全な組織範囲を知りうることや組織に対する C と Si の作用力の比較を簡単にしうることである。

以上の結果を基にして Greiner-Klingenstein 及び Sipp の組織図を検討したが、その結果組織図において C 及び Si 量を $(C+Si)$ や炭素飽和度 Sc で表現することは合理的でないことを知つた。

なお著者の結果と Greiner-Klingenstein の結果は $(C+Si)$ が高い場合はかなり近い結果を出しているが、それが低くなるにつれて両者間のズレは大きくなつて来る。しかし Si 量が低くなれば両者は接近する傾向がある。Sipp の結果は何れとも著しく相違し余り信頼出来ない。

本研究に当り、終始懇切なる御指導を賜つた石原寅次郎博士並びに熱心に実験に従事された佐藤有信君に衷心より感謝の意を表する。なお本研究は文部省科学研究費の援助をうけたことを記し感謝の意を表する。