

再生鉄鉄の研究 (第VIII報)

—: 湯滴試料による炉内反応の考察:—

養 田 実

Studies on the Regenerated Pig Iron. —VIII.

A Research on the Reaction in the Furnace by means of picking the Drops of the Molten Iron.

Minoru YOHDA

The author observed the condition of the furnace, and investigated the change of the charged material's chemical element, and obtained the following result.

The change of the element was recognized as nearly equal to the case of the blast furnace. There were two kinds of groups in the molten drops. The layer of the molten iron was observed in the bottom of the hearth and the bed coke was floating on this layer. This fact would be important to the consideration of the carbon absorption.

I 緒 言

炉内より湯滴を採取して反応を究明する試みが行われているが、茲では操業直後に羽口面以下に於て採取された湯滴を検討することによって若干の考察を行い、特に熔鉄炉の鉄石の場合と比較してみることにする。

II 実験方法

操業の最終出鉄の後、羽口面以下を上部よりジャッキの作用によつて切り離し、これを曳き出して内部の状況を点検し併せて湯滴を採取分析を行つた。

III 実験結果

(1) 炉内状況

炉底には還元された湯即ち熔融鉄鉄の層があり其の上にSlagの層がある。このSlagに就いては尚検討中であるが其の上に木炭が浮遊している。この木炭は床込装入の際着火用に初め投入したものである。これに混つてそれより上にコークスが充填している。装入材料によつて色々であるが特に大形などで難熔でない場合には、大体溶解帯で熔融した材料が湯滴となつてコークスの間を滴下して行く。

(表-1)

試 料	No.	C	Si	Mn	P	S
羽口附近	1	1.51	—	0.33	0.160	0.038
	2	3.48	4.33	0.29	0.226	0.202
スラッグ層附近	3	3.70	2.10			
	4	2.31	1.61			
	5	3.24	2.63			
	6	3.72	2.32			
	7	2.46	2.46			
出 鉄	8	2.52	1.75	0.16	0.088	0.127

従つて採取した試料はコークスに融着しているものもあり、木炭に融着しているものもあり、炉壁材に混入しているものもある。湯滴は大体小豆粒大で5~6mm位、大きいもので長さ10~15mm程度である。湯滴の形状は完全な球状ではない。特に大粒程そうである。

(表-2)

試料	成分	SiO ₂	Fe●	CaO	Al ₂ O ₃
スラッグ		43.30	8.94	26.50	14.86

(表-3)

試料	成分	Si	C	P	S	Fe	Al
Fe-Si		76.27	0.06	0.03	0.005	21.34	1.85

(2) 試料の分析結果

一応羽口面附近から採取した湯滴と、Slag層の直上部附近から採取した湯滴とに分けてみることにする。これらと下層銑鉄の成分とについて分析の結果を示せば(表-1)の如くなる。尚出滓時に採取したSlagの分析値は(表-2)に示す通りであり、又装入に使用したコークスはF. C.83%又Fe-Siの成分は(表-3)の如くである。

IV 考 察

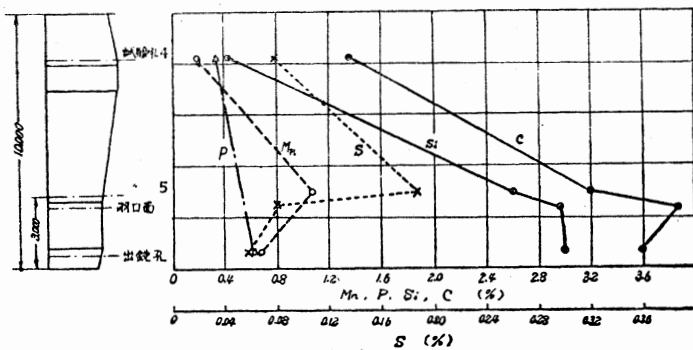


図-1

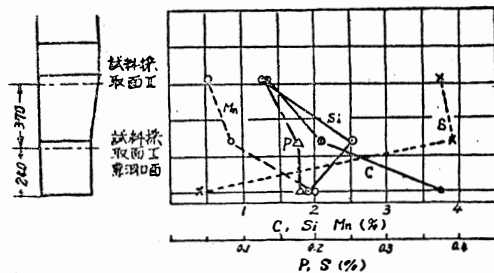


図-2

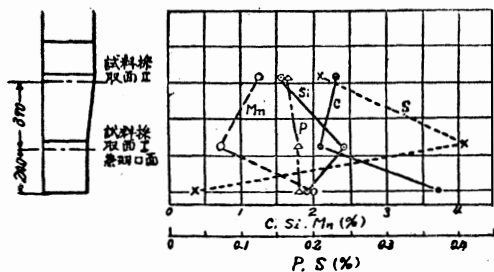


図-3

(1) 熔鉱炉の場合

〔図-1〕はS.P.Kinney⁽¹⁾が300吨高炉で実験した結果である。又〔図-2〕及び〔図-3〕は八木氏⁽²⁾が1吨試験高炉によつて、低炭素銑製造に関する研究を行う際に実験されたものである。この三者について見ると必ずしも一致していない。特に〔図-3〕は相違が甚しいようである。然しこれに対する解説が行われていないので判りしないが、大体に於てCは炉腹部迄に相当吸収され、朝顔部で更に増加し、羽口以下炉床に於て一層の増加が見られると云える。但しこれに対しても〔図-1〕で既に相違が見られるように種々の考え方があつた。即ち羽口面以下では逆にCが減少すると云う説と、朝顔部で吸炭し羽口面以下でも尚吸炭すると云う説と⁽⁴⁾、又朝顔で吸炭し羽口面で逆に Bessemerizing のため減少し炉床に於て再び吸炭すると云う説など色々ある。Si及びSに就いては羽口面迄増加しそれ以下で同一又は減少と云う点で一致している。〔図-2〕及び〔図-3〕に於てはC以外の成分は各鉱石毎にFe含有量との割合を異にしているため厳密には判りしない。就中Mn鉱石を使用しているためMnについては確実なものとも認められない

と説明されている。

(2) 再生銃の場合

〔図-4〕は本実験による結果である。原料鋼屑中のC%はコンマ以下であるから、熔解帯から

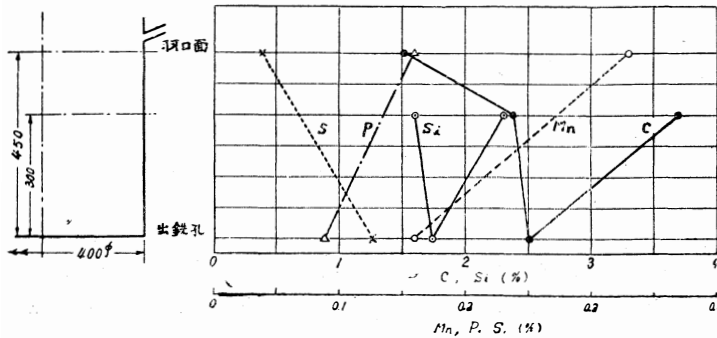


図-4

ら羽口迄の間に相当吸収されていることになる。羽口面以下に於ても増加の傾向を示す。Siも同様である。Mn及びPは羽口面迄に相当吸収され湯溜りに於て減少を示す。Sは増加している。SlagのBasicityにも関係することであるが、羽口面以下に於てコークス及び木炭に湯滴が接触してC及びSが吸収され

る。

(3) 本実験で認められた事

(i) 高炉の場合でもそうであるが、同一断面に於ける湯滴試料が凡て成分的に同一ではない。即ち湯滴が上方から降下して或る特定位置を通過する際の全試料を採取してみなければ分らない事であるが、とに角各湯滴の成分には相当の隔りがある。中には完全に湯滴となっていない半熔融状態の鋼屑も羽口附近を降下している事がある。特にこの試料採取で目立つた点は湯滴の中に大別して二種類の著しい成分相違が見られた事である。その一つはCもSiも非常に高い。

(表-1)に於けるNo. 2,3,5,6等に見られる試料がそれである。もう一つは表のその他に見られるC及びSi%が出銃中の含有量よりも少い試料である。この二種の湯滴が混合して出銃の成分となることが認められた。ところでこの前者の湯滴が何であるかに就いては尚検討を進める予定であるが、比較的軟質で破面の粒は粗く、黒光沢を有している点で後者の湯滴と相違がある。而してこれらの点から前者の湯滴は投入したFe-Siがそのまま熔融して出来たものとも考えられる。もしそうだとすると(表-1)及び(表-3)に見られるように、1,500mm程の距離を降下する間に成分上相当の変化をした事になる。とも角茲ではこれらの著しく相違した二種の湯滴が認められた事を指摘するだけに止める。

(ii) 筒型炉の特長として炉内投入材料で充填され、燃料コークスと地金とが直接混合接触する点が認められており、特にBed CoKeは炉底から湯溜部を充填して、その間を縫つて熔湯が存在するものと考えていた。その故にBed CoKeは比較的大塊を用い、特に羽口面以下では追込コークスとの新陳代謝がないと考えていた。ところが今回の検討により熔湯は最低層に滞留し、Bed Cokeのみならず、操業当初にBed Coke燃焼着火用に投入する木炭の一部迄未燃焼のまま、熔湯層の更に上部に此れも尚調査中であるが相当厚いSlag層があり、その層の上に浮遊存在している事が考えられるようになった。装入口迄充填されたChargeの荷重のためにCokesは炉底迄嚴重に存在しているように思われるが、実際はCharge自身がone blocのものでない事と比重の差からしてそのような事が考えられる。その故に出銃の際に純粋の熔湯のみが流出して、コークス破片の混入することが無いのであろうと考える。本実験は操業途中のSamplingでないが其の爲めに特別な相違があるとは思われない。強いて言えば熔湯層が厚くなるから、試料の位置が全体として更に上昇した形を考えることが出来る程度であらうと思う。同様な事が一般キューボラに就いても考察出来る。これに関しても目下検討中である。鋼屑熔解をも含めて、キューボラに於ける操業後の湯滴試料の検討を行つているものに丹治氏の発表

があるが、これは本報に取り挙げている事柄には触れておらず特別関連はない。其の他に斯る問題を考察しているものは余り見かけないように思われる。

V 結 言

以上の大要を纏めてみれば次のようになる

- (1) 湯滴試料によつて装入原料成分の変化を考察すると、C%に就いてみれば熔解帯迄に相当の吸炭が行われ、更に羽口面以下湯溜に於いて或る程度の吸炭が行われる。Si及びSについても同様に考えられる。Mnは減少している。Pも稍々減少の傾向にある。これらの傾向は高炉の場合と較べて異なる場合もあるが、大体に於て近似していると言える。
- (2) 採取した湯滴に2種類の著しく成分の相違する集団が認められた。この両者が炉底に滞溜して混合し出銑成分となる訳であるが、この点については尚検討中である。
- (3) 炉内は必ずしもコークスの充填筒とはならず、炉底熔銑とSlag層の上部に木炭及びコークスが浮遊している状況が考えられる。従つてCの吸収についてはガス滲炭か或は固体接触滲炭かの問題で両論があるが、この点について現在では大体固体滲炭の効力大であるとする意見が多いようである。然し乍ら上述の検討によつて熔銑は必ずしもコークス充填内を縫つて存在していないとすれば、湯溜部に於ける吸炭を過大に期待することは出来ない。この事は〔図-1〕及び〔図-4〕によつても見られる所である。従つてC%を増大させるために湯溜深さを大きくすることは、コークス充填筒の条件が満されぬ限り余り効果を望む事が出来ない。この事は出銑間隔を倍以上に永くしても特別C%の増大がないことでも解る。
- (4) 本報の各部に於ける成分変化は試料の母体は相違するのであるが、第VII報の各成分関係の図と或る程度関連させて考えることが出来る。

終りに御指導を頂いている石原学長先生を始め、高山雇員並びに卒論学生諸君の御尽力に対して感謝致し、特に分析を引き受けて戴いた日曹製鋼の東技師その他の方々御好意に厚く御礼申し上げます。

文 献

- (1) Techn. Paper Bur. Min., 897 (1,926); S. u. E., 47 (1,927) S. 1,331
- (2) 八木貞之助 “熔銑炉による特殊製銑法の研究” 日鉄八幡製鉄所技術研究所研究報告 vol.24. No.1. 1,948
- (3) S. P. Kinney:U. S. Bureau of mine Technical Paper 397 (1,926) H. Banson:Arch für das Eisenh. 3 (1,929)
- (4) A. Michl:S. u. E. 47 (1,927) S. 696 A. Mund:S. u. E. 51 (1,931)
- (5) W. Lennings:Arch für das Eisenh (1,928)
- (6) 丹治道生:“キュポラの高温熔解に於ける二、三の問題” vol.25 No.4 昭和28年日本鑄物協会誌