

論 說

粒 鐵 製 造 中 規 模 試 験

(日本鐵鋼協會第 29 回講演大會講演 昭 18. 4 於東京)

垣 内 富 士 雄*

HALBBETRIEBLICHE VERSUCHE ZUR HERSTELLUNG VON EISENLUPPEN.

Huzio Kakiuti.

ZUSAMMENFASSUNG:—Es wurde eine Reihe von halbbetriebliche Versuche zur Herstellung von Eisenluppen durchgeführt und dabei folgende Ergebnisse erhalten.

(1) Eisenluppen sind dadurch leicht gebildet, dass feinzerkleinerte Eisenerz, Kohlungskoks und Zuschlag in einer gewissen Verhältnis gemischt und kugelförmig brikkettiert, und dann bis 1,300°C in einer reduzierenden Atmosphäre erhitzt wird.

(2) Es gibt eine gewisse Beziehung zwischen der Grösse des Brikettes, der Menge des gemischten Kohlungsmittels und der Grösse der Eisenluppen.

I 試 験 の 目 的

弓長嶺の粉鐵や 熱河産含チタン鐵鑛を原料にして、粒鐵を製造するための小實驗成績に就ては、既に再三報告せる通りであるが、小實驗に於て知り得たる原料の適當な配合割合とか、或は熱的處理の基礎事項中には、これをその儘直ちに工業的大規模の作業に適用出来るものと、これに反し、規模の大小に應じて、適宜變更を加へなければならぬ事項がある。また小實驗にては顧る必要のない程度の小さい事項であつても、これを工業的の大きな單位に擴大すると、見逃すことの出来ない重大な影響を、齎す様なこともある。小實驗に於て得たところの成果を、工業化し得るも得ざるも、全くこれらの事項を十分に掴み得るか、否かにかゝつて居る。ここに於て中規模試驗を行ひ、試驗或は作業規模の大小によつて、變化する要素を掴み、工業化に對する準備試驗を行つた。次に小實驗成績を基礎として、中規模試驗を行つた場合、考へ方が單純であつたために豫想通り行かなくてどんな失敗をしたか、また目的達成までにどんな経過を辿つたか、これらの點を述べてみよう。

II 試 験 の 經 過

1. 基 礎 事 項

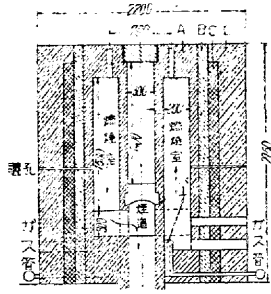
著者の粒鐵製造法に於ては、原鑛及び還元劑の裝入方法

* 昭和製鋼所

は鐵鑛石、滲炭劑、熔劑の混合物を還元用粉コークス(または無烟炭)を以て包む様に裝入し、又これを加熱するには間接加熱を行ひ 1250~1300°C に保持すべき關係上、裝入物全體の厚さが、コークス爐の骸化室の幅の程度以下に定めるのが、先づ適當であらうと考へられる。又原料を爐に裝入してから吐出するまで、裝入物と爐(或は裝入物の容器)の相互間に大きな位置的變化があつてはならないので、工業化の場合に於て利用すべき爐型は、自らトンネルキルン、リングキルン、或はコークス爐様の爐を選ばざるを得ないのである。上述の何れの爐型を採用するにしても、熱を裝入物全體に效かせるためには裝入物の厚さを 300~400 mm 位にすれば、大體安全であらうと云ふことは、コークス爐から類推せられるので、幅 300mm の外熱式の爐を築造して、中規模試驗爐とした。第 1 圖がそれで、コークス爐ガスを以て加熱することとした。(工業的に作業する場合には、當然連續作業を行はねばならないから、トンネルキルンを使用する豫定で計畫を進めて居る。その場合には臺車上に上記の中規模試驗爐と同大の還元室を置くか、匣鉢を使用すればよい譯である。)

次に考ふべきことは、熱選鑛を行ふべき單位容積を如何にすべきかと云ふ問題である。これは全く實驗の結果によつて決定しなければならない。今のところでは、豫想を立て、試驗を行ふに適當な尺度がまだ見出されて居ないのであるが、これが最も大切な問題である。熱選鑛を行はんと

する場合には、還元用炭以外の原料、(鑛石、滲炭劑、熔劑)の或る容積を考へ、この容積内に於て熱選鑛を行ひ、鐵の凝集粒化を圖るのであつて、この容積が過大に失するときは、鐵と夾雜物との分離が困難となり、又この容積が過小



A 珪石煉瓦 (還元室=300幅×1400高×2400奥行)
 B シヤモツト (バーナー=3本×2列=6本)
 C 断熱煉瓦
 D 赤煉瓦 (爐の外側=2200幅×2750高×3600奥行)

第 1 圖 中規模試験爐

の場合には鐵の粒度が微粒となる。熱選鑛が容易に希望通りに進行するためには、自ら適當な一定容積がある譯である。この容積を假りに「熱選鑛容積」と名付けやう。而してこの熱選鑛容積は鑛石の種類、作業方法によつて異なるのである。

熱選鑛容積を見出すことが中規模試験の最も重要な目的であつて、弓長嶺鐵鑛に關して精しい試験を行ひ、含タン鐵鑛についても、これを確めるための試験を行つた。試験には長日月を要し、従つて試験上の諸條件も、この期間中に多少變化したり、規模が大きいために机上の小實驗の様に調節が自由に行かないので、データの正確を保し難い點のあるを免れないが、略目的を達することが出來た。

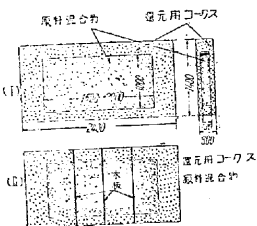
2. 弓長嶺鑛を原料とせる粒鐵製造試験

試験に使用せる鑛石は、山元から送附せられた粉鑛を更に 65 メツシユ篩にて篩分けて、その篩下を用ひた。平均の成分%は次の通りである。

T.Fe	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO
62.45	5.99	0.08	0.09	0.10

(1) 第 1 期試験

(i) 最初の試験は鑛石に對し 10%の滲炭用粉コークスと 10%の石炭を混合せるものを爐に裝入した。その裝入方法は上記の原料混合物の厚さを、



第 2 圖 試験初期の裝入方法

130mm にして、これを還元用粉コークスを以て包み、爐に裝入した。第 2 圖(I) に示す通りにして、裝入したのである。還元

の最高温度を 1300°C とし、常溫からこの温度まで爐温を上昇するのに、大體 35~40h を要した。

本圖に示す様な、相當大きい裝入物容積を一個の熱選鑛容積と考へて、處理した場合には、机上小實驗の場合の如く、裝入物が粒鐵と、鑛滓とに都合よく分れて呉れない。大部分は還元鐵と、鑛滓の細い混合組織より成る大塊となり、兩者の機械的分離は非常に困難である。第 3 圖はこの大塊の組織の 1 例を示すものである。上述の大塊の處理には相當困難を感じた。先づ爐から引き出すのが容易でない。



(×10)

第 3 圖 還元鐵と鑛滓の混合組織
 白色部 還元鐵
 黑色部 鑛滓

大勢の人で引き出した後、ハンマーで 50mm 程度に碎き、更にドッチクラッシャーにて 10mm 程度に破碎した。次にこれをボールミルに入れて處理し、還元鐵の間に包含せられて居るところの、鑛滓分を粉化分離せしめたが、勿論表面に近い部分の鑛滓だけが除去せられるに過ぎない。内部に包含せられる鑛滓は除去せられないで、そのまま残留する。か様にして收得せる成品の成分は平均 T.Fe 84.37% であつた。

大塊の他に局部的には粒鐵を生じたるも、品位不良にして平均 T.Fe 81.31% に過ぎなかつた。即ち、上述の裝入法では熱選鑛がうまく行かなかつたのである。つまり裝入物の容積が熱選鑛容積よりも過大に失した結果である。

(ii) 上述の結果に鑑み、熱選鑛を容易に進行せしめる目的で、滲炭用粉コークスの混合量を 15% とし、且第 2 圖(II) の如く裝入物中に板を嵌めて、裝入物を 4 分し、各裝入容積が前の試験の場合の 1/4 の大きさにするやうに試みた。か様にして粒鐵の生成を多少増加したけれども、それは矢張り局部的のことで、全般的には熱選鑛がうまくゆかなかつた。大部分は前記第 3 圖と同様の組織となつたが、これを前と同様に處理したところ、平均 T.Fe 95.69% の成品を得ることが出來た。これは滲炭の目的で配合せる粉コークスの量が、前實驗の場合よりも多い結果、この粉コークスが鑛滓中に残存せられて居つて、鑛滓の粉砕が容易に行はれたことに基因するのである。但しこの試験に於ても、還元鐵と鑛滓の細かい組織より成る大塊を生じ、爐出しや破碎作業など、前實驗とあまり變らない程度の困難を伴つた。やはり上述の裝入容積は、熱選鑛を進行せしめるには、過大な容積であることが覗はれる。

(iii) 次に (ii) の場合と同じ原料配合、裝入方法を行つて 1350°C まで温度を上げて見た。その結果裝入物の約 1/3 は熱選鑛が進行して、粒鐵と鑛滓に分れ、残り約 2/3

は前記と同様の大塊となつた。これ等を丁寧に前記同様の処理にかけて、次の如き成分の成品を得た。

粒 鐵	T.Fe 91.98~95.13%
大塊を處理せるもの	T.Fe 94.49~97.73%

(iv) 第1期試験總括 机上小實驗結果をそのまま適用出来るならば、上述の原料配合で約 1300°C まで熱すれば當然熱選鑛が十分に行はれて、鐵の殆ど全部が粒鐵となり鑛滓と分離すべきである。然るに熱選鑛が進行しないで、還元鐵と鑛滓の細かい混合組織の大塊を生成したのである。この原因は、還元鐵の微粒が凝集して、粒鐵を構成すべきときに、裝入容積が大き過ぎるために、凝集の中心が無數に澤山出來、その結果、互に平衡を保つやうに成り、却つて凝集が行はれない、つまり粒鐵が出来ないで、還元鐵と鑛滓が網狀に混合したまゝの状態となつて了つたのである。そしてそのまま硬い大塊となつて、冷却せられたと見るべきである。即ち、これは裝入物容積が、熱選鑛容積より著しく過大であつたと推定せられるのである。

還元鐵と鑛滓の細かい混合組織より成る大塊も、これを 10mm 以下に破碎して、更にこれをボールミルで 1.5~2h 處理すれば、上述の如く鑛滓分を相當よく分離して、Fe 分の高い成品を得ることが出来るけれども、大塊を 10mm 以下まで破碎する操作が非常に困難で、到底經濟的に行ふことは出来ないと思はれる。實際作業に於ては、爐内に還元鐵と鑛滓の混合せる大塊を造らないやうに、粒鐵を又は鈔くとも、10mm 程度の小塊を造る様に工夫しなければならぬ。10mm 以下の小塊ならば、ボールミルで處理することにより、鑛滓分を粉化除去し得ることが前記の實驗で明かである。この處理法は又 10mm 以下の小鑛石粒を還元した場合に、後處理として適用すれば有效であらう。

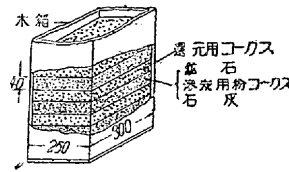
(2) 第2期試験

第1期試験の結果に鑑み、本期の試験に於ては、裝入物容積を著しく縮小して、熱選鑛の容易なる進行を企圖し、不幸にして熱選鑛が希望通りに進行しなくても、前期試験に於ける如き大塊を生じないやうにした。

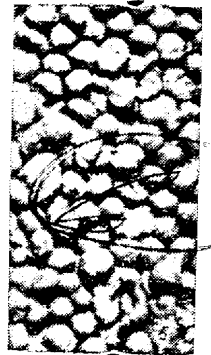
(i) 先づ木箱を造り、第4圖に示す如くこの木箱中に鑛石、還元劑などを充填したる後、木箱を爐内に裝入した。かくすることにより、原料の裝入容積が 30×25×4cm³ となる。裝入原料の配合割合は、鑛石に對し石灰 15%、滲炭用粉コークス 20% とし、加熱は 1300°C までとした。その結果は大部分粒鐵となつたが、その粒度細かく、主として 10~32 メツシュのものとなつた。第5圖は本實驗に於

て得られた粒鐵である。

滲炭用コークス 20% を混合せる場合には、この程度の原料裝入容積にて、熱選鑛が十分に



第4圖 第2期(i)裝入方法



第5圖 粒鐵(細粒)(x4)

行はれることが解つた。

(ii) 鑛石に石灰 10% を混合し、これに滲炭用コークスを 20%(a), 15%(b), 10%(c₁, c₂), 7%(d), 5%(e) を混合し、徑 50mm の球狀團鑛を手で造り、還元用コークス中にて、1300°C まで加熱した。(試料 c₁ のみは徑 30mm の團鑛とした。)

試験の結果 a, b, c₁ は、前記の木箱を用ひた層状装入の場合と同様に細かい無數の粒鐵と、鑛滓粒とに分れ、c₂, d, e は 1 團鑛に 1 個の大きい粒鐵が出来た。第6圖はこの粒鐵を示す。a, b の粒鐵を篩分けると、第1表の如き粒度を示した。100 メツシュ以下のものは鑛滓と共に捨てた。

第1表 試料 a, b の粒鐵の篩分試験

試料	粒度(メツシュ)					計 %
	>10	10~20	20~32	32~65	65~100	
a	6.9	20.0	25.0	42.6	5.0	99.5
b	21.6	23.2	23.7	28.2	5.1	99.8

本表に明かなる如く、同じく細かい粒鐵となる場合にも、滲炭劑を多く使つた方が一層細くなる傾向が見える。

尙 a, b, c₁ の如く細かい粒鐵の出来る場合には、これらの細かい粒鐵の間隙には、非常に多量の沈積炭素が介在する。その量は初めに滲炭劑として加へたものゝ數倍に達する。この炭素の介在のために、鐵粒が互に凝集して、更に大きい粒鐵に成長する工程が妨げられて、無數の細かい粒鐵が生成せられたものと考へられる。炭素の沈積現象は、細かい粒鐵の出来るときには必ず存在する。これはその後の試験に於ても、常に經驗せるところで、實に興味ある事實である。

試料 a, b, c₁, c₂, d, e の粒鐵の成分を示すと、第2表の如くである。この成分表から見ると滲炭用コークスを多く混合して製造せる粒鐵は細かくて T.Fe の低いこと、Si の特に高いことが目立つて居る。滲炭劑の使用量が少なくて、大きい粒鐵となつた場合の粒鐵は品位も良好である。

第2表 粒鐵の成分

試料	滲炭用コークス配合率%	成分%					備考
		T.Fe	C	Si	P	S	
a	20	91.30	2.72	5.92	0.024	0.256	粒鐵は細粒となる。
b	15	91.52	2.79	5.98	0.022	0.344	
c ₁ *	10	93.50	3.01	1.68	0.027	0.021	
c ₂	10	98.17	1.55	0.79	0.083	0.083	粒鐵は1團鐵毎に1塊となる。
d	7	98.58	1.55	0.75	0.076	0.076	
e	5	96.75	2.62	0.55	0.016	0.069	

註 * c₁ は團鐵の徑 30mm, その他は凡て徑 50mm とす。



第6圖 大きい粒鐵

(iii) 第2期試験
總括 鑛石, 媒熔劑, 滲炭用コークスの混合物と還元用コークスとを交互に層状に装入し, その厚さを40mm 程度にすれば

熱選鑛がうまく進行することが認められるが, これでは滲炭用コークスを多量に配合して, 細かい粒鐵を製造し得るに過ぎない。又この方法では, 装入及び爐出しが不便である。次に装入法を團鐵装入に改めてから, 適當な大きさの粒鐵を造り得るやうになつた。

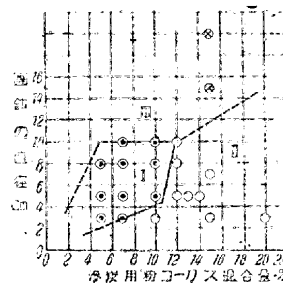
團鐵は球状とし, その徑は便宜上 50mm としたのであるが, これに滲炭用コークスを, 10% 以上混合せる團鐵では, 細かい粒鐵のみが出来, 10% 以下の量を混合せる團鐵では, 1 團鐵毎に1粒鐵が出来ることが解つた。試料 c₁, c₂ の如く, 原料配合割合の同じものでも, 團鐵の大小に依つて, 生成せられる粒鐵の大きさが, 著しく異なることも解つた。即ち團鐵の大きさ, 滲炭劑の配合量及び生成せられる粒鐵の大きさの間に, 何等かの關係の存在することが想像せられる。

第1期試験に於ては, 滲炭用コークスを, 20%, 15%, 10% 混合せるものが何れも熱選鑛が進行しなかつたのに反し, 第2期試験に於ては, 何れも熱選鑛が行はれた。これは全く兩期に於ける原料の單位の装入容積が異なる結果である。即ち第1期試験に於ては, 装入容積が大き過ぎたことが明瞭となつた。

(3) 第3期試験

第1, 2 兩期試験によつて, 熱選鑛を行ふための適當な熱選鑛容積と云ふものは, 大體徑 50 mm 位の球状團鐵の容積がそれらしい事が解り, 又團鐵の大きさ, 滲炭劑の配合量及び粒鐵の大きさととの間に, 或種の關係が存在するらしいことも, 解つたので, その關係を求めるために第3期試験を行つた。

この試験に於ては鑛石に石灰 10% を混合し, 滲炭用コークスは 20% 以下, 種々の割合に配合し, 團鐵は 200mm 以下各種のものを造つた。この團鐵を還元用コークスと共に, 第1圖の爐に装入して, 大體 50h を要して, 略直線的に 1300°C まで加熱してから, 爐の加熱焰を消し, 爐内に赤熱状態まで放置したる後, 爐から取り出し, 粒鐵と鑛滓を分離した。試験の結果は第7圖の通り團鐵の大きさ, 滲炭用コークスの混合量, 粒鐵の大きさの間に割合に判然たる關係が見出された。同圖中の I 域に於ては團鐵中の Fe は, 1 塊の粒鐵となり, II 域に於ては團鐵中の Fe は無数の細かい粒鐵となる。III 域に於ては熱選鑛がうまく行はれない。従つて工業的作業を行ふ場合には, I 域の條件で作業すればよい。細かくても差支へない場合には, II 域の條件で作業してもよい譯である。



第7圖 團鐵の大きさ, 滲炭劑混合量と粒鐵の大きさの關係
● 大粒鐵 ○ 細粒鐵
⊗ 熱選鑛不能又は不完全

I 域に於ても徑 10cm の團鐵では, 熱選鑛が辛うじて進

第3表 團鐵の大きさ, 滲炭用コークス添加量, 粒鐵の大きさの關係及び粒鐵の成分

試料番號	滲炭用コークス添加量%	團鐵の徑 mm	粒鐵の大きさ	粒鐵の成分%				
				T.Fe	C	Si	P	S
1	5	30	大	94.33	4.14	1.35	0.035	0.064
2	5	50	〃	97.16	1.62	0.72	0.022	0.038
3	5	80	〃	91.23	1.48	1.54	0.029	0.070
4	7	30	細	93.99	3.82	0.30	0.027	0.038
5	7	80	大	98.58	1.55	0.75	0.076	0.076
6	7	50	〃	98.63	1.11	0.28	0.019	0.042
7	7	80	〃	96.81	2.38	0.47	0.033	0.026
8	7	100	〃	96.09	0.75	0.66	0.049	0.074
9	10	30	細	98.17	1.55	0.79	0.083	0.085
10	10	50	大	91.93	5.03	1.24	0.041	0.029
11	10	80	〃	95.59	1.96	0.94	0.035	0.074
12	10	100	〃	92.33	1.77	1.12	0.100	0.118
13	10	〃	熱選鑛不能	—	—	—	—	—
14	12	50	細	87.05	4.40	2.55	0.061	0.067
15	12	80	〃	93.76	3.47	0.54	0.095	0.086
16	12	100	〃	96.21	1.65	1.06	0.016	0.086
17	12	〃	熱選鑛不能	—	—	—	—	—
18	13	50	細	91.81	2.68	—	0.032	0.038
19	14	〃	〃	91.24	2.97	—	0.041	0.011
20	15	30	〃	91.52	2.79	5.98	0.022	0.035
21	15	70	〃	—	—	—	—	—
22	15	150	熱選鑛不能	—	—	—	—	—
23	15	200	〃	—	—	—	—	—
24	20	30	細	91.30	2.72	5.92	0.024	0.019

行して粒鐵を得ることが出来たと云ふ程度で, 作業の僅な相異にて, 試料 12 と 13 (第3表及び第7圖参照) の如く

粒鐵が出来たり、出来なかつたりする。この兩試料は、勿論同條件で實驗したつもりであるが、多量の原料を取扱つて居るために生ずる不平均に基く相違であらうと考へられる。又徑 30mm の團鐵に於ても、試料 4 及び 5 (第 3 表及び第 7 圖参照) の如く、或る場合には 1 塊の粒鐵となり、或る場合には細かい無数の粒鐵となる。かくの如く各域の境界に於ては、希望通りに行かない場合があるから、工業的作業に於ては、境界附近の條件で作業しない方が安全である。

粒鐵の成分は第 3 表の如くである。この結果より見ると滲炭用粉コークスを 7% 前後とし、團鐵の大きさを徑 4~8cm 位にすれば粒鐵の成長も順調にゆくし、成分も良好となる。略この條件で作業すれば大なる間違がないと考へられる。

3. 含チタン鐵鑛を原料とせる粒鐵製造試驗

含チタン鐵鑛を熱選鑛によつて處理するに適當な鑛滓成分は、基礎實驗によつて解つて居るので、これに従つて鑛滓成分が、第 8 圖の實線包圍圈内に入る様に原料配合を行ひ、これに種々の割合に、滲炭用粉コークスを混合し、1300°C まで温度を上げて、還元及び熱選鑛を行ふこととした。使用の爐及び還元劑その他作業方法は、弓長嶺鑛の場合と同様である。

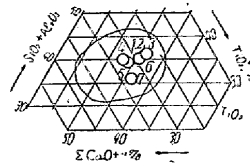
(1) 原料は熱河産含チタン鐵鑛を用ひ、媒熔劑には珪石、石灰、マンガン鑛等を、又滲炭劑としては、粉コークスを用ひた。これらの原料成分は、第 4 表の通りで凡て、32メッシュ以下に粉碎したものを用ひた。

第 4 表 原料の成分 %

原 料	T.Fe	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	P	S	TiO ₂	V ₂ O ₅
含チタン鐵鑛 A	53.80	3.54	4.82	0.24	1.95	0.005	0.057	14.12	0.47
" B	52.80	4.84	4.41	0.11	2.23	0.011	0.008	13.72	0.50
" C	58.40	1.72	3.93	0.10	1.55	0.009	0.007	14.24	0.41
" D	50.20	4.20	7.60	0.14	3.47	痕跡	0.159	12.52	0.66
" E	52.65	2.96	5.72	0.31	2.56	痕跡	0.129	14.58	—
マンガン鑛 A	9.20	4.33	2.94	—	0.99	Mn=48.93		—	—
" B	11.36	5.80	1.56	—	0.69	Mn=42.87		—	—
石灰(風化)	6.50	3.90	0.78	64.62	1.94	—	—	—	—
珪 石	2.5	9.30	1.6	2.8	—	—	—	—	—

(2) 初期の試驗に於ては、第 4 圖と同様の層狀裝入を行ひ、原料の配合は、第 8 圖に示せる通りで、基礎實驗に於て求めた熱選鑛に適當な鑛滓成分となるやうにした。鑛滓成分の計算は、Mn の 90% が MnO となつて鑛滓に入るものとして計算した。か様な鑛滓成分の配合物に滲炭用粉コークスを、10%、15%、20% 加へ數回の實驗を繰返して見たが、結局希望する成績が得られなかつた。従つてこ

の裝入法では、含チタン鐵鑛に於ても、弓長嶺磁鐵鑛の場合と同様、熱選鑛には不適當であると考へ、この裝入法による實驗は止めることにした。然し参考のために一應實驗結果の記録を残して置くことにする。



第 8 圖 鑛滓成分

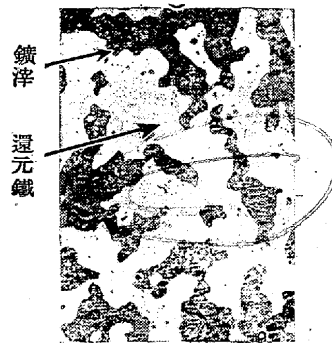
原料の配合は第 5 表の通りで、鑛滓成分をこれより算出

第 5 表 原料配合割合 %

試料番號	鑛石種類	珪 石	石 灰	Mn 鑛	滲炭用コークス
1	A	10	15	0	20
2	"	"	"	0	10
3	"	"	"	0	"
4	B	"	"	5	15
5	A	"	"	5	"
6	"	"	11.5	MgO 3.5	"
7	C	"	"	"	"

すると、第 8 圖のやうになる。

試料番號 2, 3, 4, 5, 6, 7 の各試料は、何れも金屬鐵と鑛滓とが網狀に混合したまゝ 1 塊となり、試料番號 1 のもののみが、全部細かい粒鐵となつた。従來の試驗結果から推して考へると、試料番號 1 のものは、滲炭用コークスの混合量



第 9 圖 金屬 Fe と鑛滓の網狀混合物

が多いために、細かい粒鐵となつたのであると思はれる。その他のものは熱選鑛がうまく行かなかつたのである。第 9 圖は金屬 Fe と鑛滓との網狀混合の状態を示す 1 例であるが、この様な組織の塊を、ドッチクラッシュにて 10mm 以下に碎いて、更にボールミルで數時間處理し、鑛滓分を粉化せしめて、金屬鐵の部分と分離しやうと試みたが、その結果は殆ど目的が達せられず、T.Fe 約 65% 内外のものを得たに過ぎなかつた。かくの如く網狀に混合せる金屬鐵と、鑛滓とを機械的に分離することは、工業的には非常に困難である。

一つの熱選鑛容積を、30×25×40cm³ に選定した場合に於て、滲炭用コークス 20% を混合すれば、弓長嶺鑛處理の場合にも細い粒鐵が得られ、また含チタン鐵鑛でも同様の結果が得られた。然るに滲炭用コークス 5%、10% 混合の場合には、上述の如く熱選鑛が旨く行はれない。従つて、この容積に付き 1 塊の大粒鐵を得るとか、或は相當大きな數個の粒鐵を得ると云ふことは、出来ないと考へられるの

で、装入法を改めることにした。

(3) 次には弓長嶺鑛の場合と同様に、球状團鑛を造つてこれを還元及び熱選鑛處理にかけた。團鑛の徑は弓長嶺鑛の場合を参考にして約 60mm とし、又團鑛の表面には、石灰を塗つて還元劑から、S の入るのを防止することに努めた。團鑛の原料配合は、第 6 表の通りで、これを基準にして鑛滓成分を算出すると、第 10 圖の如くなる。

第 6 表 原料配合割合と粒鐵の大きさ

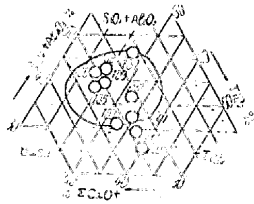
試料 番號	鑛石 の種 類	鑛石に対する配合量%				粒鐵 の 大 き さ
		石灰	珪石	Mn 鐵	滲炭用 コークス	
100	A	15	0	0	10	×
101	C	10	7	10	15	細
102	A	"	"	"	"	"
103	C	"	"	"	10	"
104	"	"	5	5	15	"
105	D	12	7	10	8	大
106	"	"	10	"	"	"
107	"	10	"	(ソーダ灰) 3	"	"
108	"	"	"	10	5	"
109	"	"	7	10	"	"

試料番號 100, 104 以外のものは總て基礎實驗に於て、1300°C で熱選鑛の順調に進行することを、確認せる成分範圍(第 10 圖の圓内)のものである。この計算に於ても

Mn は 90% まで MnO として鑛滓に入るものとした。試驗結果から見ると試料番號 100 の如く熱選鑛に適當な鑛滓成分として、基礎實驗に於て求めた範圍の外の成分を有するものは、粒鐵が旨く出来なかつた。試料番號 104 はこの範圍外なるも、滲炭用粉コークス

15% を加へたためか、細かい粒鐵を得ることが出来た。

試料 101, 102, 103 も細かい粒鐵を得た。103 以外の試料は何れも滲炭用コークスを、15% 混合して居るので、細かい粒鐵になつたのであると、考へられる。弓長嶺鑛の場合に於ける、團鑛の徑、滲炭劑の混合量及び粒鐵の大きさの關係を示せる第 7 圖から推しても、粒鐵の細くなることは、略豫測することが出来る、試料番號 103 は滲炭用コ



第 10 圖
試料の鑛滓成分%

ークス 10% であるから、第 7 圖より類推して考へると、大粒の粒鐵が出来る筈であるが、これは鑛石の異なることに原因するのかも知れない。その他の試料に於ては、滲炭劑の量を減したので、大きい粒鐵を得ることが出来た。かくして得られた粒鐵の成分は、第 7 表の如くである TiO₂ は略完全に滓化せられ、又 V は逆に大部分還元せられて粒鐵中に回収せられる。

第 7 表 粒鐵の成分 %

試料 番號	T.Fe	C	Si	P	S	Ti	Mn	V
101	89.25	3.83	0.86	0.038	0.035	0.90	1.48	0.57
102	88.75	3.54	0.16	0.043	0.042	1.29	1.58	0.59
103	94.00	3.43	0.45	0.048	0.022	0.62	1.38	0.53
104	86.25	3.34	1.72	0.012	0.124	—	1.56	0.50
105	94.44	1.22	0.99	0.089	0.040	0.98	1.32	0.66
106	97.21	2.21	0.25	0.097	0.019	—	1.13	0.74
107	97.21	2.09	0.62	0.070	0.027	—	0.12	0.12
108	96.45	1.58	0.82	0.100	0.054	痕跡	1.00	0.19
109	96.79	0.28	0.96	0.027	0.190	—	0.86	—

上述の試験により基礎實驗に於て認めたる熱選鑛に都合のよい鑛滓成分の範圍は、原料の處理量の多寡に不拘、大體に於て適用して差支無きことが解つた。但し、同範圍内に於ても、珪酸質にする方が鹽基性質にするよりも好都合の様である。その後の試験に於ても、珪酸質ならば上記の範圍外でも差支ないことが認められた。含チタン鐵鑛より粒鐵を製造するには Mn を加へておくと有効の様である。

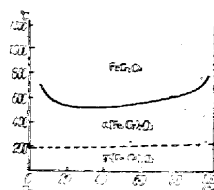
III 總 括

- 1) 粒鐵製造に適當なる鑛滓成分、還元溫度及び熱選鑛溫度は、鑛石處理量の大小によつて變化すること無し。
- 2) 鑛石を装入するには球状團鑛と爲すを可とす。
- 3) 團鑛の大きさ、滲炭劑の添加量及び生成せらるべき粒鐵の大きさの間には、一定の關係あり、而して團鑛の徑 5~8cm, 滲炭用コークスの混合量 5~10%, 最高加熱溫度 1300°C 内外とすれば適當である。

擧筆に當り御指導を賜つた秋田研究所長に深謝し、併せて試験に従事せられた第二冶金研究室員及び試験課の分析係員に謝意を表す。

不 銹 鋼 の 酸 化 被 膜

(Tokumitsu-Tadasi: The Oxide Film on Stainless Steels, Scientific Papers of the Institute of Physical and Chemical Research, Vol 38, (Oct. 1940) p. 59)) Fe-Cr 系不銹鋼の表面被膜を電子廻折法で調べると圖の結果を得た。



不銹鋼の酸化被膜附圖