

論 說

弓長嶺粉鑛よりスクラップ代用品を製造する試験

垣内富士雄*

VERGLEICHENDE UNTERSUCHUNGEN ZUR UNMITTELBAREN HERSTELLUNG VON EINEM ERSATZMITTEL FUER SCHROTTEISEN AUS DEM FEINKOERNIGEN KYUCHOREI-EISENERZ.

Fujio Kakiuchi

SYNOPSIS:—Das feinkoernige Kyuchorei-Erz, das beim Bergbau als Abfall entsteht und rd. 57-62 % Fe-Gehalt hat, wurde zu diesen Untersuchungen verwendet. Es wurden die vergleichenden Untersuchungen zur Herstellung von Eisenschwamm und Eisenluppen aus dem durch Aufbereitung gewonnenen Konzentrat sowohl als auch von Eisenluppen aus dem feinen, nicht aufbereiteten Roherz durchgefuehrt. Die Untersuchungen haben den Verfasser zu den nachstehenden Ergebnissen gefuehrt.

1) Es ist moeglich, ein gutes Konzentrat mit rd. 70 % Gehalt an Fe, geeignet als Rohstoff fuer den Eisenschwamm, leicht zu gewinnen, falls zunaechst das Erz kleiner als 65 Masche zerbricht und dann auf nassmagnetische Aufbereitungsweise behandelt wird.

2) Das Konzentrat wurde brikkettiert und bei verschiedenen Temperaturen mit Kokspulver reduziert. Es wurde zwar die Reduktionstemperatur von 1,100°C als die beste festgestellt, aber das durch solche Behandlung gewonnene Eisenschwamm hat den Nachteil, dass es sehr porig ist und deswegen bei der Abkuehlung oxydiert. Der Nachteil wurde aber beseitigt, als das Brikkett direkt nach der Reduktion bis auf 1,300°C erhitzt wurde, was zu den noch besseren Ergebnissen fuehrte, wenn im Brikkett eine gewisse Menge von Kohlunngsmittel vorgemischt wurde.

3) Pulverfoermiges Roherz, Gemischt mit einer gewissen Menge von Kohlunngsmittel, wurde bei einer Temperatur von 1,100°C im Reduktionskoksgross reduziert und nach der Reduktion auf noch hoehere Temperatur erhitzt. Dann wurden die auf die obenerwaehte Weise hergestellten Eisenluppen bei Raumtemperatur mechanisch von Schlacken getrennt.

Dieses Verfahren wurde zur unmittelbaren Herstellung von Ersatzmittel fuer Schrotteisen als das einfachste und beste festgestellt. Die Luppen haben die durchschnittliche Zusammensetzung von rd. 97-98 % Fe, 0.02-0.05 % S, und 0.05-0.06 % P mit Eisenausbringen von 95-99 %.

I 緒 言

鐵鑛石を採掘する場合には鑛石の種類に應じて多少の差はあれども相當多量の粉鑛を生ずることは周知の事實にして、弓長嶺富鑛を採掘する場合に於ても同様である。著者はこの粉鑛よりスクラップ代用品を製造すべき簡易なる方法を見出し、併せて一般粉鑛利用に對する参考に資せんとする目的を以て次 實驗を行た。

(A) 弓長嶺粉鑛の濕式選鑛試験

(B) 上記の精鑛を團鑛して海綿鐵及び粒鐵を製造する

場合の比較試験.

(C) 原粉鑛より直接に粒鐵を製造する試験

弓長嶺の粉鑛を原料として以上3種の試験を行ひ最後の方法が最も簡単に良成品を得ることを知り得た。茲に實驗の結果を報告する次第である。

II 實 驗

(A) 弓長嶺粉鑛の濕式選鑛試験 選鑛の難易を決定する基礎條件は鐵鑛粒と夾雜物の混合状態如何に在り必ずしも品位の高低のみに依るものではない。例へば砂鐵の如きは鐵分品位高くとも酸化チタンの混合状態が極めて微細

にして機械的分離は殆んど不能と云てよい。又同じ珪酸質貧鐵たる大孤山鑛石と茂山鑛石では品位同等のものにても酸化鐵の粒度は前者極めて小なるため選鑛も亦後者に較べて困難であることは周知の事實である。選鑛に際して更に考ふべき事は其の選鑛の目的である。鐵分低き鑛石を選鑛して高爐裝入に適する程度の精鑛を得る場合と或は富鑛を更に選鑛して海綿鐵の原料を得んとする場合には選鑛法も自ら夫々の場合に適する方法を選ばねばならない。本項に記する所の實驗目的は比較的破碎し易き弓長嶺富鑛を更に選鑛して海綿鐵の原料を得るに在り。此の目的を達するため最も簡易且適切なる選鑛法を見出すために次の實驗を行った。

- 第1法 水洗→篩分→粒度別に濕式磁力選鑛
- 第2法 篩分→粒度別に濕式磁力選鑛
- 第3法 碎鑛(65メッシュ以下)→篩別→粒度別に濕式磁力選鑛
- 第4法 碎鑛(65メッシュ以下)→濕式磁力選鑛

實驗試料は弓長嶺より高爐用として工場に送付せられたる鑛石中より 20メッシュ以下のものを捕集した。其の成分は第1表の如く、又この鑛石は上述の如く破碎し易く且つ夾雜物の分離も容易なる状態にあることも知られて居る。

第1表 鑛石の成分

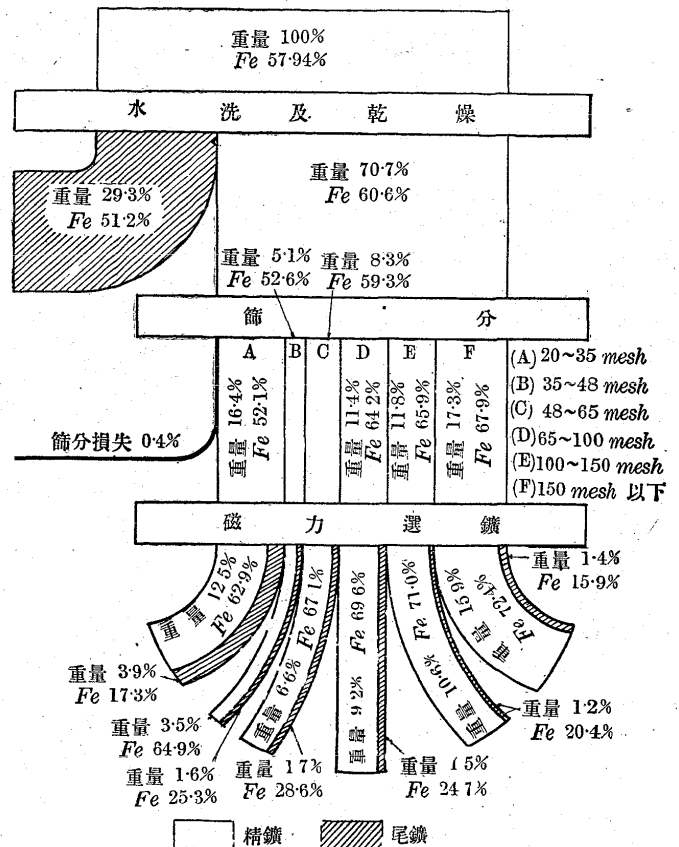
| Fe | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | CaO | MgO | Mn | P | S |
|-------|------------------|--------------------------------|------|------|------|-------|-------|
| 57.94 | 15.08 | 0.92 | 0.53 | 0.75 | 0.25 | 0.019 | 0.099 |

第1法 水洗→篩分→粒度別に濕式磁力選鑛

水洗はビーカーに試料を入れ、水を加へて良く攪拌し濁水を流し去り、之を繰返すこと數回にして大部分の濁水を除去し、次にビーカーの底部に流水を導きて、上部より殘餘の濁水を溢流せしめ、清澄となるまで續けた。即ち斯様な原始的な水洗を行ひたるため、定量的な結論を誘導することは出来なかつたけれども鑛石に對する水洗の効果の有無乃至その程度概念を得ることが出来た。濕式磁力選鑛はデヴィス式磁選機によることとした。

試驗の結果は第1圖に綜合す。これによれば水洗の結果重量の約 30% が流出し而もその流出物の鐵分は約 51% である。これは水洗時に磁鐵鑛の小粒が多量に夾雜物と共に流失せるために鐵分の損失が斯様に高くなつたのである且つ水洗精鑛の品位が僅かに約 3% を向上せるに過ぎない水洗操作が亂暴に過ぎたけれども此の實驗結果より見れば水洗は品位の向上に益すること極めて少く而も多量の鐵分損失を伴ふが故に本鑛石に對しては水洗選鑛は先づ有害無

第 1 圖



益と認めなければならない。

次に水洗後の精鑛を乾燥して篩分け、各粒度別に鐵分品位を分析せしに粒度大なるもの品位低く、粒度の小なるもの程品位の高くなる傾向を認めた。而して 65メッシュ以上のもものは水洗精鑛の平均値 (Fe 60.06%) より品位低く、65メッシュ以下のものか水洗精鑛より品位が高くなつた。此の事實は粒度別に品位を検した結果得られたる重要な要素の一つであつて、夾雜物の粒度は 65メッシュ以上のものが多い事を示して居る。勿論水洗によりては小粒夾雜物が既に幾分多く除去せられて居ることも原因となつて居るが、この小粒程品位の高いと云ふ事實は次の第2法によりても證明せられて居る。

次に粒度別による磁力選鑛の難易に就て試験せる結果、粒度の粗いもの程選鑛効果が顯著にあらはれた。併し精鑛の品位はやはり小粒のもの程良好である。65メッシュ以下のものはそのまま還元して海綿鐵原料に供し得るも、65メッシュ以上のもものは海綿鐵の原料としては低品位に失する。

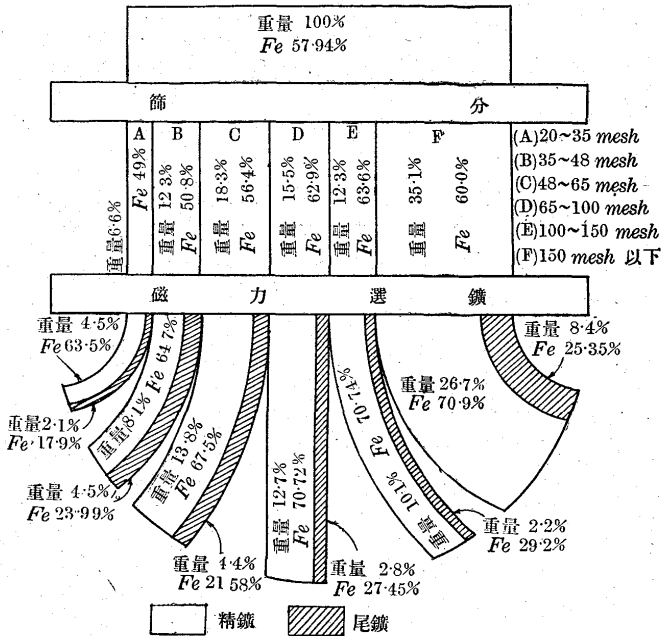
以上の實驗に依り、(イ)水洗を以て品位を向上することは殆んど不可能なると同時に鐵分の著しき損失を伴ひ従て水洗を適用し得ざる事。(ロ)小粒程品位よきこと。(ハ)粒度大なるものは磁選効果大なるも結局の鐵分品位は

粒度小なるものより不良なることを知り得た。

第2法 篩分→粒度別に湿式磁力選鑛

第1法より考へて水洗の無効なることが明らかとなったから此の操作を省略することとした。試験結果は第2圖に

第 2 圖



示す如し。

先づ篩分を行つて粒度別に分析を行ひたるに 65 メッシュ以上のものは原鑛より品位低く 65 メッシュ以下の細粒は原鑛より品位が高い。即ち第1法の試験結果と同様 65 メッシュ以上の部分に夾雑物が多く含有せられて居ることが確認せられた譯である。茲に今一つ注意すべきは 150メッシュ以下のものが 100~150 メッシュ間の粉鑛より品位低きことにして、是は夾雑物が微粒の部分にも亦割合に多く含有せられて居ることを示すものである。此の點より見れば第1法に於て 150 メッシュ以下のものが最も高品位となりたるは、初め的水洗によつて此の部分の夾雑が先に流失せし結果であると思ふべきである。

篩分品を更に湿式磁力選鑛にかけて檢せしに 65 メッシュ以下のものが海綿鐵原料に供し得る精鑛となることが第1法と同様に認められた。

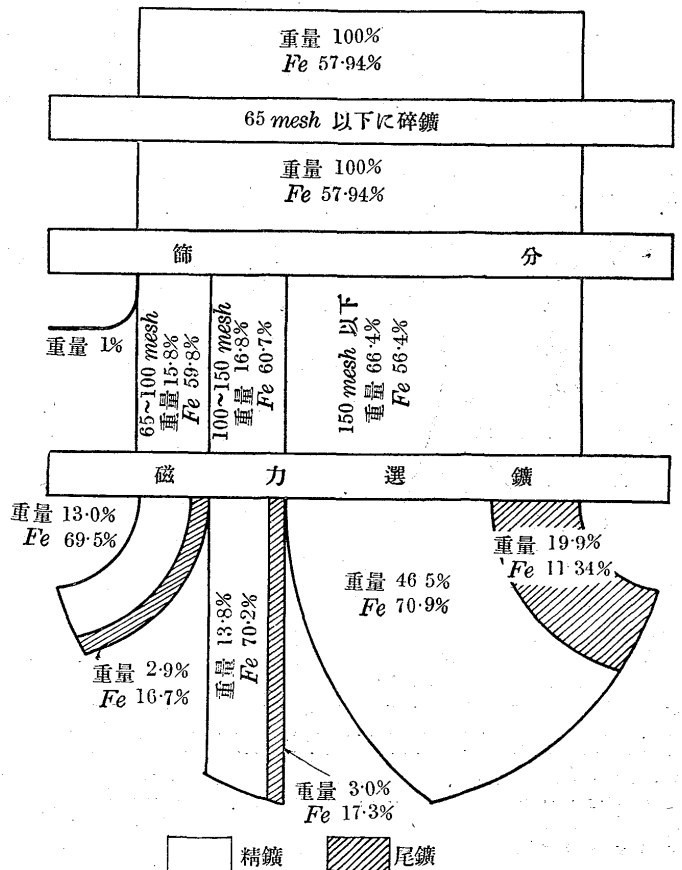
第3法 碎鑛(65 メッシュ以下)→篩分→粒度別に湿式磁力選鑛

前2回の試験に依り水洗の無効なること、夾雑物の粒度別分布状態及びその分離の難易に對する概念を得ることが出来た。これに依れば海綿鐵の原料に供し得べき Fe 70% 以上の精鑛は 65 メッシュ以下の鑛石を湿式磁力選鑛にかけて取得し得ることが解た。然れども此の試験の結果は自

然的に或は採掘運搬に際して 65 メッシュ以下に容易に破碎せられた粒鑛に於て成立するものであるから、若しこの事實の適用範圍を更に擴大せんと欲せば、故意に 65 メッシュ以下に機械的破碎を施したものに就ても試験をして置く必要がある。何となれば採掘運搬中に自然的に即ち容易く破碎せられたる如き脆性なる部分と、斯様な操作を受けながら且つ破碎せられずに粗粒として残されたる硬き部分との間には夾雑物の分離に於ても何等かの相違點がありはしないかと云ふ心配があるからである。此の意味に於て次の試験を行った。

先づ原鑛を 65 メッシュ標準篩にて篩ひ分け篩上に残りたるもの即ち 65 メッシュ以上のものを鐵乳鉢にて搗き壊して全部 65 メッシュ以下と爲し、之を最初の篩下(65メッシュ以下)の粉鑛に混合した。第2法の試験に示された如く最初より 65 メッシュ以下のものは 62.9% で殘餘の 37.1% は 65 メッシュ以上の粒度を有するものである。つまり此の 37.1% を 65 メッシュ以下に粉碎した譯である。試験の結果は第3圖に示す如し。前試験に比し 150 メッシュ以下の粉鑛

第 3 圖



が著しく増加せるは此の鑛石が容易に微細化せられることを示すものである。且つ 150メッシュ以下の粉鑛が原鑛より

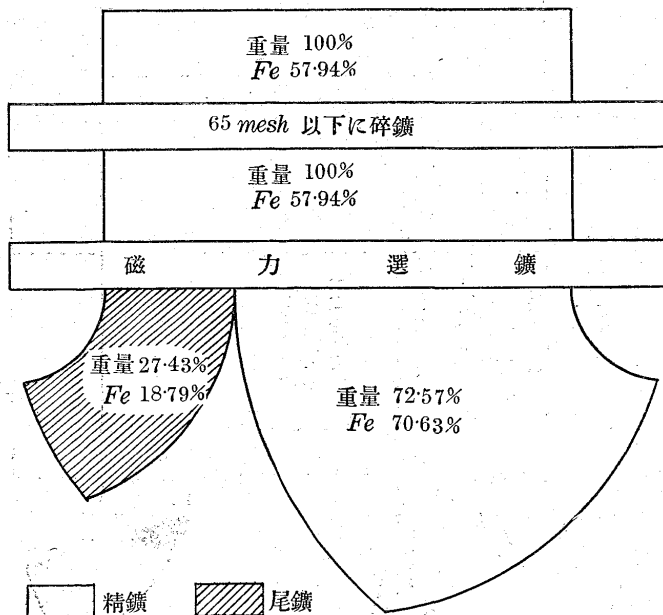
品位低くなれるは磁鐵鑛よりも夾雜物の方が多少微細化し易きことを示して居る。これは選鑛操作上大切な事項と云ふべきである。

篩分品の粒度別に濕式磁力選鑛にかけて選鑛程度の難易を比較せしに粒度の小なるもの程高品位の精鑛となし得るも實驗結果にあらはれた程度の相違ならば實用上同程度と見ることが出来る。即ち(イ)65メッシュ以下ならば採掘運搬時に容易に粉鑛となりたる部分も亦人工的に破碎せるものも同様に海綿鐵原料としての精鑛となすことが出来る。(ロ)65メッシュ以下ならば粒度別による精鑛品位にも實用上の差を生じない事が上記の實驗によって明確となつた。

第4法 碎鑛(65メッシュ以下)→濕式磁力選鑛

以上3種の實驗に依り、鑛石を最初から65メッシュ以下に破碎し、之を濕式磁力選鑛にかければ良好なる精鑛が得られると云ふことが解た。且つ前法によつて粒度別の選鑛も略同成績なる故、粒度別によらず全試料を同時に濕式磁力選鑛にかけても果して同様の成績が得られるや否やを知らんが爲めに第4法の試驗を行ひ、第4圖の如き結果に到

第 4 圖



達した。即ち第3法と同様の事實が認められた譯である、従て若し海綿鐵の原料を得んと欲せば第4法によつて處理すれば最も容易に目的の精鑛が得られることが立證せられた次第である。

實驗(A)の總括：— 高爐裝入用として輸送せられたる弓長嶺鐵鑛中より20メッシュ以下の粉鑛を篩ひ分け採取し、之に就て選鑛試驗を行ひ(イ)此の粉鑛より容易に海綿鐵

原料を收得し得ることが認められた。(ロ)其の最も簡單なる方法は先づ鑛石を65メッシュ以下に碎鑛し、濕式磁力選鑛を適用することである。(ハ)精鑛品位約70%、鐵分歩留りは約88%となつた。此の他本實驗中に認められたる重なる事項は(ニ)水洗の無効なること。(ホ)夾雜物は65メッシュ以上及び150メッシュ以下の部分に割合に多いこと。(ヘ)夾雜物の分離は粒度小なる程良好なるも65メッシュ以下ならば粒度差による夾雜物分離の難易は殆んど認められずFe70%位の精鑛を容易に得られること等である。

(B) 精鑛を團鑛して海綿鐵或は粒鐵を製造する場合の比較試驗

實驗(A)に於て認められたる如く弓長嶺粉鑛は65メッシュ以下に粉碎し之を濕式選鑛にかければ海綿鐵の原料に供し得る程度の精鑛即ちFe約70%のものが得られる。之を基礎として前記第4法によつて精鑛試料を作た。此の時は前實驗の場合よりも多量の試料を得る必要から濕式磁力選鑛にはロッドウォッシャーを用ひた。かくて得られたる精鑛はFe70.08%となり目的の試料が得られた。然れども磁選に際して多量の鐵分が尾鑛中に含まれて流出するを認めた。勿論尾鑛中の鐵分は選鑛操作を再び行ふことに依り回収せらるべきものである。

還元用の装置は既報粒鐵製造の一方法¹⁾及び砂鐵製鍊の研究²⁾に記載せるものと全く同じものである。試料は30grとし之を其のまゝ或は團鑛となして還元劑(粉骸30gr+石灰6gr)を以て包むが如くアルミナ製坩堝内に裝入し、電氣爐内にて加熱し還元を行た。加熱温度は1,100, 1,200°C及び1,300°Cの3種とし還元前後に於ける團鑛の形狀その他の變化と成分の變化を検した。精鑛中には或は石灰或は粉骸を少量加へる等種々なる條件の實驗を行ひ次に示の如き實驗結果を得ることが出来た。

試料を壓縮せずに入せる場合：— 1,100, 1,200, 1,300°Cの温度にて2時間還元を行ひ其の後之を爐内にて冷却して容積を測定し其の變化を検せしに、裝入時の容積を100%として計算せば第5圖の如き結果となつた。即ち1,100°Cで還元を行へる試料Sp.701は原容積より4%だけ増大した。之は試料が加熱時に膨脹し還元後も氣孔性のまゝ冷却せるためである。故に冷却時乃至冷却後に於ても酸化を受け易き性質のものと考えねばならない。

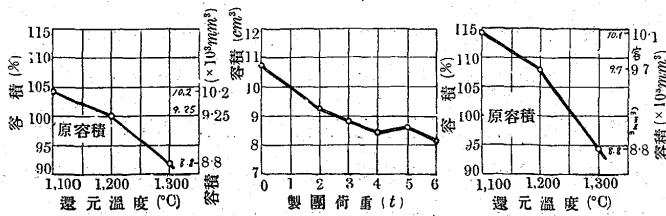
¹⁾ 著者 鐵と鋼 23年8號 昭12年8月

²⁾ 著者 " 10號 " 10月

1,200°C で還元せるものは原容積に略等しく、1,300°C で還元せるものは原容積より 8.5% を減じた。

第 5 圖 第 6 圖 第 7 圖

製團せざる場合 製團荷重と團鑛容積 製團荷重 2 t の場合



成品の成分を見るに第 2 表の如く T.Fe と M.Fe の間に相當の開きあり、尙ほ容積の膨脹せるもの程其の開きが大きい。之は還元の不十分に依るのでは無く還元後の冷却時或は其の後に氣孔性に基因して酸化を多く受けたものと考ふべきである。何となれば 1,100°C で 2 時間還元すれば還元作用が十分に進行することが後述の實驗より明らかであるからである。

第 2 表

| 試料番號 | 還元溫度 (°C) | 成品(海綿鐵)の成分(%) | |
|---------|--------------|---------------|-------|
| | | T.Fe | M.Fe |
| Sp. 701 | 1,100 | 93.04 | 79.96 |
| Sp. 702 | 1,200 | 94.92 | 88.48 |
| Sp. 703 | 1,300 | 94.84 | 92.44 |

製團荷重と團鑛容積の關係：— 上記實驗の如く成品が氣孔性に富むことは還元後の酸化を助長する恐れある故、之を防ぐには成品の緻密化を圖らねばならない。そこで先づ製團を作て、之を還元する方法を採ることとし、その第一歩として製團荷重と團鑛の容積の關係を調べた。試料 30 gr を少量の水分を以て濕し、之を徑 25mm の整形器内に充填し、之に 2. 3. 4. 5. 6t の壓力を加へて製團し其の容積を夫々測定した。其の結果は第 6 圖の如し。即ち徑 25mm の面積に對し 4t までは製團荷重に略反比例的に容積は小さくなるも、4t 以上の荷重を與へても其の效果は割合に少くなる。従て弓長嶺の粉精鐵を製團する場合には徑 25mm の断面に對し約 4t (大略 80 kg/mm²) の壓を加ふれば實用上最小の容積となる。之は工業試驗を行ふ如き場合製團機の壓力決定等に參考となるべき數値と考へらる。

團鑛の還元試験：— 團鑛とせる試料を荷重別に分類し夫々 1,100, 1,200, 1,300°C で 2 時間還元を行ひ還元後に於ける容積の變化を測定し又成分の分析を行て比較研究を行た。

製團荷重 2t のものに就ては第 7 圖並に第 3 表の如き結

果を得た。即ち 1,100°C 及び 1,200°C で還元せるものは原容積より増加を示した。1,300°C に還元せるものに於て初めて容積の收縮を認めた。結局は團鑛せざる場合と還元後の容積に於て略同じ數字を示したに過ぎない。成品の成分は容積の小さいもの程良好となつた。これは前述と同じ理由によつて説明することが出来る。1,100 及び 1,200°C で還元せるものはボロボロとなり容易に崩壊した。

1,300°C で還元せるものは還元劑に接觸せる部分には粒鐵を生じ又團鑛の内部は未だ還元を終らざる中に温度高くなりたる爲め酸化鐵が熔融收縮して腔洞を生じた。この現象は前報告)に記載せると同様の現象であるが今回の分は夾雜物を含まざる故に珪酸鹽となること無く従て還元は良好に進行した。又高温處理のため腔洞以外の部分は緻密化せるため還元後酸化せられることが防止せられたと考へられる。第 7 圖に示す體積中には腔洞は控除してゐない。

次に成分に就て考へるに團鑛の内部と外部を比較した場合 1,100 1,200°C での還元物は外周部の Fe 分が内部より高きは外周部がよく還元せられたることを示す。即ち團鑛に對しては還元ガスの滲入が割合に遅きことが窺はれる。然るに 1,300°C で還元せるものは内部の方が Fe 分が高くなって居る。これは 1,300°C にては還元ガスの滲入も早く還元作用が活潑に行はれたことを示し、外周部の Fe 分低きは冷却時に再び酸化せられた結果である。要するに團鑛を還元する場合は還元溫度の上昇、或は時間の延長をしなければ充分還元し得ないことが解る。

第 3 表

| 試料番號 | 還元溫度 (°C) | 成品の T.Fe% | |
|---------|--------------|-----------|------|
| | | 内 部 | 外周部 |
| Sp. 705 | 1,100 | 88.5 | 92.5 |
| Sp. 706 | 1,200 | 90.75 | 93.7 |
| Sp. 707 | 1,300 | 97.75 | 95.0 |

製團荷重 3t のものに就ても同様の試験を行たがその結果は第 8 圖及び第 4 表の如くにして製團壓 2t の場合と大同小異であつた。

第 4 表

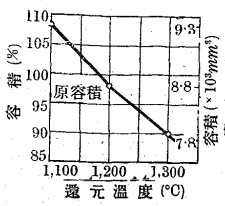
| 試料番號 | 還元溫度 (°C) | 成品の T.Fe% | |
|---------|--------------|-----------|-------|
| | | 内 部 | 外周部 |
| Sp. 708 | 1,100 | 90.75 | 91.75 |
| Sp. 709 | 1,200 | 87.00 | 90.13 |
| Sp. 710 | 1,300 | 98.95 | 94.75 |

次に精鐵に石灰を混合し團鑛の補強を圖た。この目的は達せられたるも還元成品の成績は第 5 表に示す如く不良と

1) 著者 鐵と鋼 23 年 8 號 昭 12 年 8 月

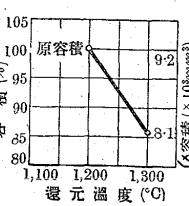
第 8 圖

製團荷重 3t の場合



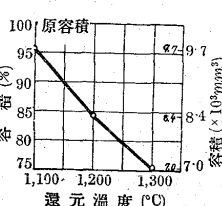
第 9 圖

製團荷重 3t, 石灰 1/30 配合の場合



第 10 圖

製團荷重 3t, 粉コークス 1/30 配合の場合



なった。之は還元後の冷却時に際して石灰の存在が鐵の酸化を助長するのでは無いかと想像せられる。還元前後に於ける容積の變化は第 9 圖の如く、石灰を加へずに同様の處理を施した第 8 圖に比べて大差なし。故に此の方法で海綿鐵を作る如き場合には石灰の添加は成品の緻密化及び還元と云ふ點から考へて尠く共有効なものとは云ひ得ない。

第 5 表

| 試験番號 | 還元溫度 (°C) | 成品の T. Fe% | |
|---------|-----------|------------|------|
| | | 内 部 | 外周部 |
| Sp. 714 | 1,100 | 83.5 | 85.2 |
| Sp. 715 | 1,200 | 90.0 | 90.3 |
| Sp. 716 | 1,300 | 93.3 | 89.0 |

精鑛に滲炭用粉骸を加へて作た團鑛に関する試験：— 海綿鐵の酸化を防止し、或は之を製鋼原料として熔解する場合の作業を容易にするためには海綿鐵に C を含有せしめて置く方が寧ろ有利である。1) この爲めに含炭素海綿鐵及び粒鐵を作らんとし、精鑛中に豫め 1/30 重量の粉骸 (65 メッシュ以下) を滲炭劑として混合し之を製團せるものに就て上記と同方法を以て還元試験を行た。

茲に一つ斷て置かねばならない事がある。それは海綿鐵と粒鐵の區別であつて、著者は次の如く區別して居る。即ち還元操作及びその後の熱處理の最高溫度が Fe-C 系の固相線以下であつた場合の成品は氣孔性に富むものであつて之を海綿鐵と稱し、之に反し上記最高溫度が固相線以上の場合は成品は氣孔性に乏しく一般に粒狀となるか尠くとも其の傾向を既に現して居る。斯様な處理を受けた成品を粒鐵と呼ぶことにして、海綿鐵と粒鐵とを區別することにして居る。勿論液相線以上で處理せられたものは熔鐵(鋼)と稱すべきで、著者の考へでは液相線と固相線との溫度で處理せられた成品を粒鐵と稱したらよと思つて居る。本報に用ひたる粒鐵なる語もこの意味である。

製團荷重 3t のものを 1,100 1,200 及び 1,300°C で夫々 2 時間還元したるものゝ容積變化を見るに第 10 圖の如くにして、滲炭劑を混合せずと同様處理を施した第 8 圖

に比し還元後の容積收縮率は實に顯著にあらはれた。之は還元鐵が炭素を吸収し其の結果鐵の軟化點が下り收縮し易き條件を與へられて能く收縮した爲である。此の現象は氣孔性の減少を意味し従て還元後の酸化防止に大いに役立つものである。第 6 表に示す如く 1,300°C で還元せるものが最高の還元率を示して居る。1,100°C で還元せるものは指頭を以て崩壊し得る程度で之は運搬に不便である。1,200 及び 1,300°C で還元せるものはよく固り之は運搬中に壊れる様なことが無いであらう。此の試料に就ては C の分析を省略せしめ 1,200 1,300°C で還元せるものは粒鐵と云てよいであらう。

第 6 表

| 試料番號 | 還元溫度 (°C) | 成品の T. Fe% | |
|---------|-----------|------------|------|
| | | 内 部 | 外周部 |
| Sp. 711 | 1,100 | 92.8 | 94.7 |
| Sp. 712 | 1,200 | 93.4 | 92.5 |
| Sp. 713 | 1,300 | 98.1 | 93.0 |

以上の實驗結果を綜合するに滲炭劑を加へざる場合の還元に於ては 1,100°C で處理したものは原容積より容積が大となつて居る。即ちこの溫度では熱のために膨脹して而も軟化してゐないから團鑛全體として氣孔性が大となつて居ると考へられる。1,200°C で還元せるものは大體原容積を保て居る。これは熱膨脹と軟化收縮とが相殺して居るので、此の場合は還元性の點から考へると 1,100°C の時よりも不利と見なければならぬ。團鑛に滲炭劑を加へた場合にも實驗の範圍では 1,100°C 還元の場合が最も大なる容積である。故に此の溫度は還元するに最も適當である。即ち未だ軟化して通氣を害することなき最高溫度と見ることが出来る。併し之と反對に又最も酸化を受け易き状態に在ることが一つの缺陷である。従て還元を 1,100°C で行ひ還元終了後更に溫度を上げて、此の時出來た還元鐵即ち海綿鐵に豫め製團時に添加混合せる滲炭劑を吸収せしめて粒鐵となせば通氣性を失ひ酸化の心配は解消する譯である。この意味に於て 1/30 重量の滲炭用粉骸炭を混合した團鑛(製團荷重 3t)を 1,100°C にて 3~4 時間還元し然る後 1,300°C に 1 時間保持して、冷却後分析を行ひ第 7 表の如き好成绩を示した。同表に示す如く還元時間 3 時間も 4 時間も成績同様なることは還元時間は 3 時間にてても充分なることを示すものである。勿論この時間は實驗の規模の大小によつて決定するものにして小實驗に於て精しく測定するも應用性に乏しき要素である。

若し 1,100 と 1,300°C の 2 段加熱を行ふ代りに最初

1) 深田 鐵と鋼 13年5號 昭和3年5月

より 1,300°C で処理すれば良きかと云ふに、斯様な方法は既に報告せる如く酸化鐵が充分還元し終らざる中に高温に會ひ熔融するため還元が阻害せられ、又之を工業的規模に於て処理する如き場合には FeO と耐火劑の融合等の故障を起す故 1,300°C に温度上昇する前には必ず酸化鐵の全部が還元完了して置くことが必要條件である。故に電氣爐等にて急激に温度を上昇し得る程度の小實驗に於ては必ずこの2段の加熱を行ふ必要がある。然れども工業規模の大爐にて高温を得るに長時間を要する如き場合には最初より 1,300°C をねらつて温度を上昇しても爐温が 1,300°C に達する以前に既に早く鐵分が凡て還元し終れる場合がある。斯様な場合には必ずしも、2段の加熱處理を要しないが、この氣持で加熱することが肝要である。この事は著者が半工業的試驗を行ふ場合に體驗せる事實である。

第 7 表

| 試料番號 | 加熱時間(h) | | 成品の T. Fe% | |
|---------|---------|---------|------------|-------|
| | 1,100°C | 1,300°C | 内 部 | 外周部 |
| Sp. 719 | 3 | 1 | 96.25 | 97.83 |
| Sp. 720 | 4 | 1 | 96.00 | 98.42 |
| Sp. 721 | 3 | 1 | 96.25 | 97.00 |
| Sp. 722 | 4 | 1 | 96.00 | 97.62 |

要するに精鐵を團鐵して之を還元する場合には豫め少量の滲炭劑を加へて置き、還元温度を 1,100°C とし還元後更に温度を上昇して 1,300°C 位とし滲炭せしめて粒鐵を作る方が海綿鐵を作るよりも良い成品を確實に得ることを知ることが出來た。製團時に石灰を混合することは團鐵の補強に有效である。

精鐵を團鐵とせず粒鐵原料に供する場合の試験：—

上記實驗結果より海綿鐵を製造するよりは粒鐵を製造する方が良い成品が得られることが解た。そこで粒鐵製造の試験を繼續することとしたが此の場合には必ずしも製團する必要がない。そこで製團處理を行はずに實驗を行ひ、最後に鑛滓を更に分離除去せんとし、此の操作を容易にするために石灰を配合した。石灰は假へ粒鐵中に殘留しても有害とならず又鑛滓を崩壊性にしてその分離を容易ならしむると考へたからである。第 8 表に示す如き配合の試料を 1,100°C で 2 時間還元し更に 1,300°C にて 2 時間加熱した。鑛滓と粒鐵の分離は兩者の混合物を磨碎し粉化せられたる鑛滓部分を水洗によつて除去した。試験結果は第 8 表の如し。即ち次の結論に到達した。

(イ) 滲炭劑少く且つ石灰添加量少き場合は前記團鐵より出發せる場合に同様の形となり一個の硬き塊となり之よ

り鑛滓部分を分離除去することは極めて困難にして、單に破碎水洗位ひの簡単な處理にては不可能と云ひ得られる。Sp. 101~103 はその例である。

(ロ) 滲炭劑少き場合、石灰量を増加せば Sp. 104, Sp. 105 の如く粒鐵と鑛滓を分離し得れども鐵分の歩留りは甚だ不良となる。これは破碎時に鐵が粉狀となるからである。

(ハ) 鑛石 30 gr に對し滲炭劑 4 gr 以上を添加せば Sp. 115~127 に示す如く、假へ石灰添加量少き場合と雖も粒鐵と鑛滓の分離が可能となる。但し鑛石に對し滲炭劑 13~14%, 石灰 10% 以下が適當なる添加量と考へられる。

(ニ) 第 8 表に示す實驗は鐵分歩留りが凡て不良である故に精鐵を用ふるならば矢張り團鐵してから粒鐵を作る方法を探る方が有利である。つまり精鐵に少量(1/30 位にて可)の滲炭劑を加へ 60~80 kg/mm² の製團荷重にて製團し之を 1,100°C にて還元を完了し、更に 1,300°C 位にて加熱し氣孔を除去して粒鐵の塊を作るのが最も良い方法である。(上記 60~80 kg/mm² の製團荷重は本實驗に使用の成型器(徑 25 mm)に對し 3~4t の荷重を加へる意なり)

第 8 表

| 試料番號 | 装入配合(gr) | | | 成 品 | | | | 鑛 滓 | | |
|---------|----------|-------|----|---------|---------|------|-------|----------|---------|---------|
| | 鑛石 | 滲粉炭用骸 | 石灰 | 收量 (gr) | 成 分 (%) | | | 鐵收分率 (%) | 重量 (gr) | T. Fe % |
| | | | | | T. Fe | C | S | | | |
| Sp. 101 | 30 | 2 | 1 | — | 94.90 | 1.58 | 0.023 | — | — | — |
| 102 | " | " | 2 | — | 94.20 | | | | | |
| 103 | " | " | 3 | — | 97.20 | | | | | |
| 104 | " | " | 4 | 16.85 | 94.00 | 1.92 | 0.049 | 56.1 | 6.59 | 58.2 |
| 105 | " | " | 5 | 15.45 | 90.50 | 1.84 | 0.067 | 66.6 | 9.00 | 66.5 |
| 110 | " | 3 | 3 | 18.25 | 93.80 | 2.63 | 0.076 | 81.5 | 4.12 | 69.8 |
| 114 | " | " | 7 | 11.69 | 91.80 | 3.01 | 0.075 | 51.2 | 13.96 | 64.4 |
| 115 | " | 4 | 1 | 21.33 | 97.70 | 2.13 | 0.033 | 99.2 | 1.64 | 9.5 |
| 117 | " | " | 3 | 18.19 | 96.90 | 1.74 | 0.065 | 84.9 | 6.27 | 57.5 |
| 118 | " | " | 4 | 13.11 | 96.00 | 1.87 | 0.061 | 60.0 | 11.47 | 68.1 |
| 119 | " | " | 5 | 12.13 | 95.50 | 1.55 | 0.058 | 55.0 | 13.45 | 62.8 |
| 121 | " | " | 7 | 8.00 | 97.50 | 1.49 | 0.019 | 38.0 | 20.23 | 65.0 |
| 124 | " | 5 | 3 | 18.13 | 96.50 | 2.97 | 0.085 | 83.4 | 7.69 | 48.5 |
| 125 | " | " | 4 | 17.23 | 97.00 | 3.14 | 0.037 | 79.6 | 7.50 | 52.0 |
| 126 | " | " | 5 | 15.35 | 97.00 | 3.04 | 0.040 | 71.0 | 10.33 | 57.0 |
| 127 | " | " | 7 | 11.99 | 96.00 | 2.52 | 0.031 | 54.8 | 15.36 | 60.0 |

(C) 原粉鐵より直接に粒鐵を製造する試験

試験 B に於ては精鐵より海綿鐵を製造する場合と粒鐵を製造する場合に就て比較を行ひ、其の結果海綿鐵よりも粒鐵を製造する方が還元成品の品位高きものが得られ易きこと及び團鐵の方が團鐵せざるものより鐵分歩留りが良好であることが解た。精鐵ならば團鐵として處理する方が有利なることが第 7, 8 兩表より明らかである。

然るに一方粒鐵を製造することゝなれば必ずしも精鑛を使用する必要がないとも考へられる。即ち著者が屢々報告せる方法を探れば鑛滓部分が容易に分離せられるからである。又團鑛の必要をも認めない。前實驗第8表の場合は精鑛なる故鑛滓量が過少量であつた結果鑛滓が鐵に包まれた形となり却て其の分離に困難を來し、從て無理に鑛滓を除去せんとすれば餘分の損失を伴ひ歩留り不良となつたものである。之に反し相當量の夾雜物を含有することが却て還元後の鑛滓分離が容易となることは Krupp 式直接法を行ふ場合にも認められる現象にして、此の場合は極端に云へば鐵が鑛滓に包まれて居ると見られるのである。精鑛を原料とする場合には後で鑛滓を除去する必要な故團鑛して置くのが有効であるが、夾雜物を相當量含有せるまゝの粉鑛を處理する場合には後に鑛滓の分離を必要とする故製團せざる方が有利である。

又次の如き方法にて成功せば試験(A)に於て述べた選鑛操作を行ふ要もなくなる譯である。從て選鑛時の鐵分損(約9%)も救ひ得ることゝなる。

次の實驗は此の意味に於て前實驗(第7表に記載の實驗)と成品に於て何れが好成績なるかを比較するための實驗である。

前實驗の結果と比較するには前實驗の精鑛の原料に供したものと全く同一の鑛石ならば好都合なるも、當時試料採取量少なかりしため、止むを得ず改めて鑛石試料の採取を行た。但し之も亦弓長嶺より高爐に送付せられたる同鑛山の鑛石である。此の鑛石中より10~20メッシュ及び20メッシュ以下のものを採りて試料に供した。

10~20メッシュ粒度の粉鑛を原料とする實驗：— 試料の成分は第9(A)表の如し。

第9(A)表 10~20メッシュ粉鑛の成分

| 番號 | 成分 (%) | | | | | | | |
|-------|--------|------------------|--------------------------------|------|------|------|-------|-------|
| | Fe | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | CaO | MgO | MnO | P | S |
| No. 1 | 61.26 | 12.76 | 1.26 | 0.56 | 0.26 | 0.11 | 0.022 | 0.105 |
| No. 2 | 58.00 | 15.10 | 0.93 | 0.55 | 0.75 | 0.25 | 0.020 | 0.099 |

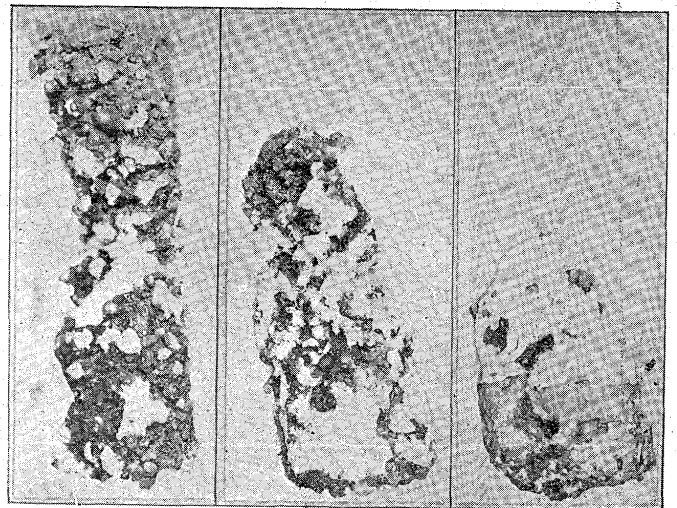
註 (Sp. 1~19はNo. 1を、Sp. 20より大なる數字の番號のものはNo. 2鑛石を使用)

出來得る限り低温にて作業し所期の目的を達することが熱經濟、爐材、作業の容易等の諸點より見て第一に考慮を拂はねばならないことである。此の意味に於て還元後熱選鑛を行ひて鑛滓と鐵が容易に分離し得る状態となすに當り最低熱選鑛温度を知る必要がある。大弧山鑛石は夾雜物としては殆ど珪酸のみを含有し、既に報告せる如き機構に依り

1,300°Cに於て順調なる熱選鑛が行はれたが弓長嶺鑛石の夾雜物は熔融點の低い様な成分になつて居り、この夾雜物の低融性が熱選鑛温度の低下に役立つべき事が推定せられたそこで1,100°Cで2時間還元したる後更に温度を上げて1,240°C以上10°C置きに熱選鑛試験を試みた。其の結果は第9(B)表の如く1,240°Cにては熱選鑛が行はれず1,250及び1,260°Cに於ては熱選鑛が局部的に進行したがこれでは猶不十分である、1,270°Cに於て始めて完全なる熱選鑛効果を認むるに至た。第11圖は試料の熱選鑛後の状態を示す。寫真中の左端は1,250°Cにて熱選鑛を行ひたるものにして、白色に塗付せる部分は鑛滓を示す。此の部分及び球狀の鐵の見ゆる邊は熱選鑛効果のあらはれた箇所にして其の他の部分は熱選鑛未だ進行せず、即ち還元鐵

第11圖 (實物大)

Sp. 30 Sp. 29 Sp. 31



白色部は鑛滓の部分にして寫真を明瞭に撮るために白色塗料で塗付せるものである。

は海綿狀にて鑛石の原形を止め尙ほ鑛滓を中に包含せるまゝである。中央は1,260°Cに於て處理せるものにして熱選鑛が前者より稍良く進行し鑛滓が鐵粒外に排出せられたも

第9(B)表

| 試料番號 | 原料配合(gr) | | | 熱選鑛温度(°C) | 熱選鑛効果 |
|--------|----------|----------|----|-----------|-------|
| | 鑛石 | 滲炭用粉コークス | 石灰 | | |
| Sp. 32 | 40 | 3 | 1 | 1,240 | 無 |
| " 33 | " | " | 0 | 1,250 | 無 |
| " 30 | " | " | 1 | 1,250 | 局部的 |
| " 29 | " | " | 1 | 1,260 | 局部的 |
| " 31 | " | " | 1 | 1,270 | 完全 |
| " 28 | " | " | 2 | 1,270 | 完全 |

(註)還元劑としては20%石灰を混合せる粉炭(65メッシュ以下)還元温度は1,100°C 2時間還元。熱選鑛は夫々2時間とす。

のである。但し尙不充分の箇所も認められる。右端は1,270°Cにて処理せるものにして熱選鑛が完全に行はれ、還元鐵は粒鐵となり、鑛滓は全部粒鐵外に絞り出され、鐵と鑛滓が容易に分離し得る状態となつたものである。即ち熱選鑛の目的が充分に達せられた譯である。

上述の實驗結果より見れば熱選鑛の行はれるや否やと云ふ臨界温度は本鑛石に關しては1,250~1,260°Cと考へられる。茲に於て若し滲炭劑の量或は石灰添加量を加減せば1,250°Cに於ても完全なる熱選鑛の進行を見得るやも知れずと考へ、先づ石灰量を種々に變へて實驗を行ひ、成品の鐵分歩留率、品位等に就ても實驗を並行した。此の試驗に於ける原料配合、試驗結果は第10表の如くにして試驗法は前記と同様である。滲炭劑の方は多量を加へるときは成品中の炭素分多くなる故多量を用ふる實驗は之を省略した。

第 10 表

| 試料 番號 | 原料配合 (gr) | | | 成品 | | | 鑛滓 | |
|----------|-----------|------------------|----|----------------------------|-------------|--------------|------------|-------------|
| | 鑛石 | 滲炭劑 粉 コークス | 石灰 | 重量 (gr) | T.Fe (%) | Fe歩留り (%) | 重量 (gr) | T.Fe (%) |
| Sp.11 | 40 | 3 | 1 | 熱選鑛効果極めて不良なる故後の處 理を省略す。 | | | | |
| 12 | " | " | 3 | | | | | |
| 14 | " | " | 4 | 23.81 | 92.26 | 89.8 | 8.79 | — |
| 15 | " | " | 5 | 24.18 | 95.26 | 94.1 | 8.86 | 2.40 |
| 16 | " | " | 6 | 24.61 | 95.20 | 95.7 | 8.10 | 6.70 |
| 17 | " | " | 7 | 22.14 | 96.40 | 87.2 | 8.89 | 6.34 |
| 18 | " | " | 8 | — | 92.40 | — | — | — |
| 19 | " | " | 9 | 22.75 | 94.60 | 88.0 | 11.30 | — |

(註) 鑛石の品位 Fe=61.26
 還元劑 粉コーク(65メッシュ以下)+20%石灰
 還元 1,100°C, 2hrs
 熱選鑛 1,250°C, 2hrs

上記實驗結果の如く鑛石に約10%の石灰を添加する時は熱選鑛温度1,250°Cにても歩留り及び品位の點より見て充分良好なるものを得られる事が確められた。併し實際作業に於ては規模の擴大による温度の不均一或は滲炭劑、石灰の混合の不均一性等によりこの温度では不充分であらふ。尠くとも第9表に示す實驗より得たる1,270°Cを最低の熱選鑛作業温度と見なければならぬ。特に安全なる作業と云ふ點より見れば1,300°C位を目標にせねばならないであらう。

次には石灰、滲炭劑の添加量を少々變化して1,100°Cで還元後1,300°Cで2時間熱選鑛を行ひ之等に關する好條件を求めんとした。

本鑛石に對しても他の鑛石と同様に滲炭劑を配合しなければ熱選鑛を行ひ得ないであらうと云ふことは容易に推測

せらるゝも今一度之を確める爲めに滲炭劑を配合せざる試料に就て實驗を行た。即ち先づ鑛石に10%量の石灰のみを配合し1,100°Cで2時間還元後1,300°C(Sp.1)或は1,350°C(Sp.2)にて加熱した。然るに何れも還元用粉コークスに接觸せる部分のみ熱選鑛が行はれ、炭素分に接觸せざる部分は單に還元を受けたのみにて海綿鐵狀を呈して居た。即ち熱選鑛が行はれなかつた譯である。本試料を次に小型ボールミルにて処理し、30メッシュ以上、30~48メッシュ、48メッシュ以下の3種に分類して各粒度別にFe及びCの分析を行て見た。其の結果は第11表の如くFe品位90%に達するもの無く、又48メッシュ以下の小粒がFe品位不良で且つ重量%が多い。之即ち夾雜物が鐵の粒外に絞り出されること無く、從てボールミルにて破碎の際鐵粒が内部に包藏する夾雜物の脆性に基きて細かく壊れ、又一方に於て品位も不良となつたのである。即ち滲炭劑を配合せざりし結果1,350°Cの高温に於てすらも熱選鑛が行はれなかつた事を立證せるものである。外觀的にも分析的にも熱選鑛の進行せざりし事が明らかである。故に鑛石に豫め滲炭劑を配合し置くに非れば、品位高き成品を而も歩留り良く收得することの不可能なる事が本鑛石に就ても確認せられた。熱選鑛には滲炭劑の添加が必要條件である。

第 11 表

| 試料 番號 | 成 品 | | | | | | |
|----------|------------|-------------|----------|------------|-------------|------------|-------------|
| | 32メッシュ以上 | | | 32~48メッシュ | | 48メッシュ以下 | |
| | 重量 (gr) | T.Fe (%) | C (%) | 重量 (gr) | T.Fe (%) | 重量 (gr) | T.Fe (%) |
| Sp.1 | 18.22 | 83.30 | 0.46 | 2.42 | 86.38 | 12.00 | 63.80 |
| Sp.2 | 17.67 | 88.46 | 0.69 | 4.09 | 88.70 | 9.21 | 58.56 |

茲に於て滲炭劑を鑛石に配合することゝし且つ石灰配合量を種々變へて1,300°Cの熱選鑛を行ひ、成品の品位及び歩留りに對する影響を調べ第12表の成績を得た。Sp.4~9は滲炭劑用粉コークスを鑛石に對し5%をSp.20~27は7.5%を配合せるものである。粒鐵と鑛滓の分離除去操作を行ふに際してはSp.20~27はSp.4~9よりも容易であつた點、又僅かながら成品の品位高き點及び歩留率に於て多少優て居る。多少の相違はあるが先づ鑛石の5~7.5%位の粉コークスを添加して置けば好成績が得られることゝなる。尤も此の滲炭劑は還元期に於ても消費せられ添加量の全部が滲炭に預るものに非ざる故、鑛石の粒度、爐の作業時間、規模の大小等による影響を受け滲炭に働く量に變化を來すべきものと考へねばならない。從て5~7.5%は凡ての場合に適當なる配合と云ふ譯には行

かないが大體の標準と見做し得るものである。

第 12 表

| 試料番號 | 装入配合 | | | 成 品 | | | | | 滓 鑛 | |
|-------|---------|---------|---------|----------|--------|-------|---------|------------|----------|--------|
| | 鑛石 (gr) | 炭粉 (gr) | 石炭 (gr) | 30 目 以 上 | | | 30~48 目 | | 48 目 以 下 | |
| | | | | 重量 (gr) | Fe (%) | C (%) | 重量 (gr) | Fe (%) | 重量 (gr) | Fe (%) |
| Sp. 4 | 40 | 2 | 4 | 22.26 | 96.00 | 0.66 | 0.70 | 93.70 | 7.02 | 12.48 |
| " 5 | " | " | 5 | 22.92 | 97.80 | 1.29 | 0.93 | 77.20 | 9.55 | 11.50 |
| " 6 | " | " | 6 | 23.05 | 97.40 | 1.00 | 0.41 | 88.60 | 9.60 | 6.60 |
| " 7 | " | " | 7 | 18.91 | 98.50 | 1.17 | 0.62 | 91.34 | 7.91 | 12.14 |
| " 8 | " | " | 8 | 25.33 | 94.64 | 1.84 | 0.70 | 92.10 | 4.02 | 23.80 |
| " 9 | " | " | 9 | 22.88 | 97.60 | 1.10 | 0.73 | 97.90 | 3.53 | 13.86 |
| | | | | 成 品 | | | | | 鑛 滓 | |
| | | | | 重量 (gr) | Fe (%) | S (%) | P (%) | Fe 歩留り (%) | 重量 (gr) | Fe (%) |
| " 24 | 40 | 3 | 1 | 23.21 | 98.80 | 0.048 | 0.046 | 99.0 | 6.79 | 1.30 |
| " 27 | " | " | 1 | 23.48 | 97.78 | 0.027 | 0.047 | 99.0 | 6.56 | 3.08 |
| " 25 | " | " | 2 | 22.83 | 97.60 | 0.034 | 0.055 | 96.0 | 7.90 | 1.00 |
| " 26 | " | " | 3 | 23.56 | 97.72 | 0.034 | 0.070 | 99.2 | 10.82 | 1.50 |
| " 20 | " | " | 4 | 23.05 | 98.40 | 0.016 | 0.054 | 97.7 | 3.56 | 1.20 |
| " 21 | " | " | 5 | 23.94 | 98.04 | 0.054 | 0.051 | 97.0 | 9.94 | 0.88 |
| " 22 | " | " | 6 | 23.15 | 98.26 | 0.022 | 0.055 | 97.1 | 10.37 | 0.60 |
| " 23 | " | " | 7 | 23.61 | 97.38 | 0.014 | 0.046 | 99.3 | 12.21 | 1.06 |

此の實驗にありては常溫より 1,100°C に加熱するまでに 1 時間半 1,100°C に於ける還元時間 2 時間、更に 1,100~1,300°C 迄溫度を上昇するに 1 時間を要した。即ち熱選鑛溫度に達するまでに 4.5 時間を経過して居る。其の後 1,300°C で 2 時間熱選鑛を行った。勿論嚴密に云へば 1,300°C 以下の溫度に於て既に還元鐵中に C が吸収せられ熱選鑛現象が逐次進行して居る譯である。

第 13 表 (20 メッシュ以下の粉鑛の成分)

| | | | | | | | |
|-------|------------------|--------------------------------|------|------|------|-------|-------|
| Fe | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | CaO | MgO | MnO | P | S |
| 62.25 | 11.10 | 0.75 | 1.16 | 0.58 | 0.14 | 0.019 | 0.096 |

第 14 表

| 試料番號 | 装入配合 (gr) | | | 成 品 | | | | | 鑛 滓 | | |
|---------|-----------|------|-----|---------|---------|------|-------|------|---------|---------|--------|
| | 鑛石 | 炭粉 | 石炭 | 重量 (gr) | 成 分 (%) | | | | 歩留り (%) | 重量 (gr) | Fe (%) |
| | | | | | Fe | C | S | Si | | | |
| Sp. 157 | 30 | 1.5 | 4 | 18.20 | 93.40 | 1.97 | — | — | 96.5 | — | — |
| " 156 | " | 2.25 | 4.5 | 18.56 | 97.00 | 3.09 | — | — | 96.5 | 6.60 | 3.60 |
| " 155 | " | 3 | 5 | 18.98 | 95.10 | 2.86 | 0.041 | 0.49 | 96.7 | 7.85 | 5.10 |
| " 152 | " | 4 | 5 | 18.09 | 95.80 | — | — | — | 92.8 | 6.40 | 12.00 |
| " 151 | " | 5 | 4 | 17.90 | 95.50 | 3.72 | 0.013 | 0.58 | 91.5 | 8.44 | 16.00 |
| " 153 | " | 5 | 5 | 18.02 | 95.40 | 3.48 | 0.017 | 0.50 | 92.1 | 7.64 | 7.50 |
| " 154 | " | 5 | 6 | 17.54 | 94.90 | 3.89 | 0.014 | 0.72 | 89.1 | 3.13 | 19.75 |

第 12 圖は Sp. 4, 5, 6, 7, 9 の 1,300°C に於ける熱選鑛處理を経たるものにして實物大の寫眞である。(第 12 表参照) 白く塗色せる部分は鑛滓にして殘部は粒鐵より成る。熱選鑛後の形は凡て此の様な状態となり容易に鑛滓分を粉砕して粒鐵と分離することが出来る。

20 メッシュ以下の鑛石を原料とする實驗：— 10~20 メッシュの鑛石より粒鐵を製造することに就て適當なる原料配合、熱處理に関する實驗を行ひ、目的を達することが出来た。然れども之を工業化する場合には 20 メッシュ以下の粉鑛に就ても豫め實驗をして置く必要がある。この意味に於て 20 メッシュ以下の粉鑛に就き、上記實驗より得たる

第 12 圖



Sp. 4

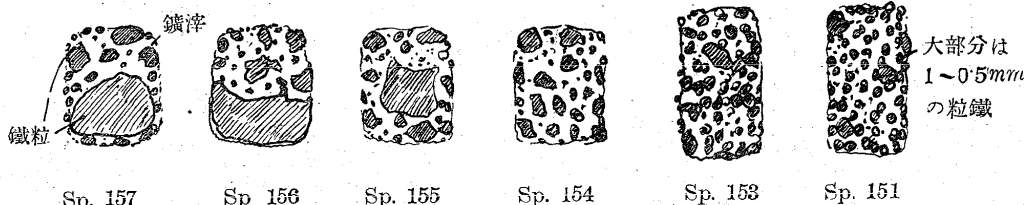
Sp. 5

Sp. 6

Sp. 7

Sp. 8

第 13 圖



(註) 圖中黒粒は粒鐵その他は鑛滓である。

實驗結果が果して 20 メッシュ以下の粉鑛にも適用し得るや否やを確むる程度の少數實驗を行た。これに使用せし粉鑛の成分は第 13 表の如し。

實驗の結果は第 14 表の如し。滲炭劑の添加量多くなれば品中の C も亦多くなるを認むることが出来る。石灰添加量は多くする必要なし。これは多くなる程鐵分の歩留りを低下せしむる缺陷がある。第 13 圖は各試料の粒鐵の大きさの相違を圖解的に示せるもので滲炭劑が多くなるに従て粒鐵中の C 含有量も多くなり、粒鐵は小さい球状のものとなる。やはり 5~7.5% 或は 10% 位の滲炭用粉コークスを混合して置くのが良成品を得ることが出来る。Sp. 157, 156, 155 等は鐵分歩留りに於ても粒度の點に於ても良好なる成績を示せるものと云ふべきである。此の實驗により 20 メッシュ以下の粉鑛に對しても 10~20 メッシュの鑛石と同様の處理を施して成果を挙げられてることが確認せられた次第である。

III 總 括

弓長嶺鑛山より出る粉鑛よりスクラップ代用品を製造すべき簡單なる方法を見出し、併せて他の粉鑛利用の參考資料となるべき事項を求めんがために實驗を行ひ次の結論に到達した。概要次の如し。

1. 濕式磁選鑛を應用して、海綿鐵の原料に供し得べき程度の精鑛を容易に得らるゝ方法無きやと考へ、種々實驗を行ひたる結果によれば、本鑛石(弓長嶺の粉鑛)は之を 65 メッシュ以下に粉碎して濕式磁選を行へば Fe 約 70% の精鑛が容易に得られることが解た(磁選機は Davis 式の實驗室用のものを使用した)。

2. 上記選鑛試驗結果に基き、弓長嶺粉鑛を 65 メッシュ以下に破碎し、之より濕式磁力選鑛により Fe 約 70% の精

鑛を得て海綿鐵乃至粒鐵 (luppe) の原料に供した。(此の場合は後の實驗上多量の精鑛を必要とするを以て log washer によつて磁選を行た。)

精鑛を製團し、この團鑛を種々の溫度で還元し、冷却後容積の變化並に化學成分を調べた。その結果 $1,100^{\circ}C$ で還元せるものは容積最大即ち最も氣孔性に富むものである點より見てこの團鑛は $1,100^{\circ}C$ に於ては最も通氣性良好なるものと考へられ、還元に最適の溫度たることが解た然れどもこれは又冷却時に起る酸化にも好條件を與ふるもの故著者は此の酸化し易き缺陷を防止せんとして、製團に際して豫め少量(鑛石量の $1/30$ 位が適當)の滲炭劑を混合し置き $1,100^{\circ}C$ で金屬狀態まで完全に還元したる後、直ちに $1,300^{\circ}C$ に加熱して還元鐵に C を吸収せしめ半熔融狀態たらしめて氣孔性を閉塞除去する方法を採り、これが極めて有效適切なることを確認した。而して本法によつて得られたる成品の鐵分は 96% 以上の値を示した。

3. 上記の如く精鑛を原料に供することも有效なる方法の一つであるが、原鑛中の夾雜物を還元後に於て除去し品位高き成品を得ることも亦新しい一つの方法である。此の方法は既に他の鑛石に適用して好成績を得、本誌にも報告せる所であるが弓長嶺鐵鑛に對しても亦有效なる方法であることを認むる事が出来た。原鑛(10 メッシュ以下)に滲炭用粉コークスを 5~7.5% 混合し $1,100^{\circ}C$ で還元を完了したる後 $1,300^{\circ}C$ に熱して鐵に C を吸収せしめて粒鐵となし、冷却後破碎處理によりて鑛滓部分を粉化し之を水洗除去したる結果 Fe 97~98%, S 0.02~0.05%, P 0.05~0.06% の成品を容易に得ることが出来、且つ鐵分の回收率は 95~99% に達した。

終りに臨み小柳津前研究部長、佐藤現研究所長並に三田主査の御懇篤なる御指導に對し深甚の謝意を表す。