

と精度との關係を求めると次の事が言える。

1. 精度はインクリメントの大きい變化に依るよりも實驗回数に依つて著しく減少する。

2. 精度を求める場合  $se\bar{R}/d_2$  が妥當であれば精度は實驗回数に依つては大差ないといえる。

### C. カナダ鑛石 9450t

#### イ) 試料採取場所及方法

場所及方法は前記ゴア鑛石の場合と全く同様であるが只本試験は手動性サンプラーにより試料を受取つた點のみがゴアの場合と異つている。

#### ロ) 解析の方法

ゴア鑛石の場合と同様  $n=3$  の  $\bar{X}-R$  管理圖に示すと  $\bar{X}=43.38\%$   $R=12.11\%$   $se=\bar{R}/d_2=7.27\%$  である。

一方ヒストグラムより推定した  $se$  は 15% であつて級間變動の可成り大きい事が示され、實際ハツチ上部より下部にいくにつれ、粉含有%は減少している。

精度と回数或はインクリメントの大きい關係を求めると次の事が言える。

1. 精度はインクリメントの大きいよりも測定回数に依り變化する。

2. 測定回数は多い程精度はよいが 30 回を超すと精度も急によくならない。

### D. 結 論

以上ユタ、ゴア、カナダの 3 鑛石について實驗を行つた結果、何れの場合も精度はインクリメントの大きいよりも實驗回数に依る變化の方が大きい。従つてインクリメントの大きさは 20kg で充分であり、測定も 30 回位行ふのが最も經濟的であると思われる。只精度の算出についてはいろいろな考え方があつて、ユタについてはヒストグラムより、ゴアについては管理圖より夫々  $se$  を推定したので、ユタの場合精度は低目に、ゴアの場合は高目に求められた。その他、分散分析の應用或は上、中、下別の層別に依り精度は可成り良好となる。第 3 圖カナダについてはこの様な事を考慮に入れて解析を進めた。以上 3 回の實驗に依り、インクリメントの數と量とを決定するに當り可成り参考にする點を見出す事が出來た。

### III. 粉の推定と粉化率について

前述せる 3 回の實驗中、特にゴア鑛石については大塊が多く、粉碎後の状態とハツチ内の原形とは異つていられるのでこの點を修正してやる必要がある。このためにはクラツシーに依る粉化率を求めておく必要があるし、又ハツチ内における大塊の量を推定しておかな

ければならない。

例えば、ゴア鑛石について言えば、クラツシー後の粉の推定値は 21% であり、クラツシーにかかつたと思われる塊の推定は 45% である。粉化率は實測の結果 15% であつたので、ハツチ内の粉の推定値は

$$21 - 0.15 \times 45 = 14.25\% \text{ であり}$$

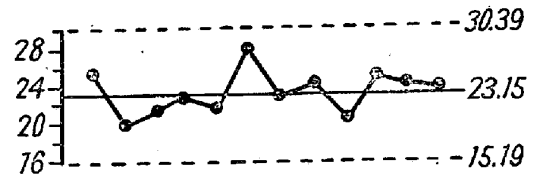
若し塊の推定に  $\pm 5\%$  の誤差があつても、ハツチ内の粉の推定値は

$$21 - 0.15 \times (45 \pm 5) = 13.5 \sim 15\% \text{ となる。}$$

従つて各鑛石について粉化率を調査しておく事は重要な事であり、次に例として、サマール及びカナダ鑛石の粉化率を圖示する。

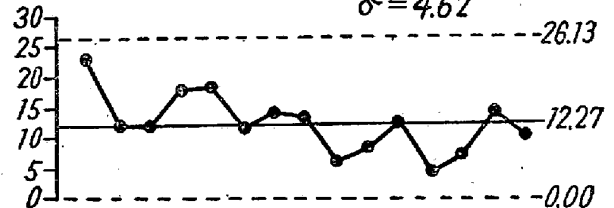
#### サマール 鈹

$$\sigma = 4.15$$



#### カナダ 鈹

$$\sigma = 4.62$$



### (45) 燒結鑛に関する研究

大阪大學教授 工博 藤 井 寛  
 〃 工學部 工 〇 倉 貫 好 雄

#### I. 緒 言

燒結鑛の燒結機構、顯微鏡組織、被還元性等に就き基礎的に究明せんとするのが本研究の目的であるが、その内、前二項に就き得られた所を報告する。

#### II. 實 驗 概 要

##### a. 試料の調整、並びに配合

用いた試料は市販  $\text{SiO}_2$  及び、調整  $\text{FeO}$  であり、 $\text{SiO}_2$  の純度は 97.45% であつた。 $\text{FeO}$  は市販  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  を所定の溫度、並びに  $\text{CO}-\text{CO}_2$  混合ガスで還元し、M. Fe の多き  $\text{FeO}$ 、 $\text{Fe}_3\text{O}_4$  の多き  $\text{FeO}$  び高純度の及  $\text{FeO}$  の 3 種を作り、之に前述の  $\text{SiO}_2$  を混合して、 $\text{SiO}_2$  が 29.4% (Fayalite 組成)、27%、24.2% (Eutectic

組成) 12% の 4 種となるようにし、計 12 種の配合を行つて實驗に供した。

#### b. 實驗裝置及び方法

燒結機構を究明し、併わせて顯微鏡組織判定用の標準試料を得る爲に、以下の如き裝置、方法を用いた。爐は直立式で、下部より  $Al_2O_3$  (中性體)、上部より試料を挿入し、兩者共可及的均熱なる部分に置き、900~1300°C の間を約 150°C/hr の速度で直線加熱する時、並びに冷却する時に示差熱分析を行つた。熱分析に際しては淨化した  $N_2$  ガスを送り、試料の酸化を防いだ。容器には白金ルツボを用い、爐の構造は、高温度を得る爲に特に留意し、エレマ抵抗爐内に白金抵抗爐を挿込み 2 重爐とした。熱電對の保護管にも、之が試料による侵蝕を防ぐ爲、白金の帽子を被ふせた。

### III. 實驗結果並に考察

#### a. 燒結機構に就いて

現在迄の所では  $FeO-SiO_2$  系の第 1 又は第 2 共晶、Fayalite 等が、他の酸化鐵、 $SiO_2$  等に比し低い熔融點を有する爲、それが結合劑となり、燒結が進行するものとされて居るが之を再検討し、更にそれが如何なる温度にて行われるものなるかと云つた點を究明せんとして、前述の如く熱分析して得られた結果の 1 例が第 1 圖である。圖に於いて I : 中性體の温度上昇線、II : 試料の温度上昇線、III : 試料に異常變化なしとした場合の想像線であり、之より試料の温度上昇は、中性體のそれに比し約 1060°C 附近より遅れ始め、1125°C 附近で一度平行し、續いて再び遅れ始め、1180°C 附近で最大の遅れを示し、その後は急激に中性體の温度上昇に追いつく。而して冷却の場合は 1162~65°C に停止點を示す。以上は Fayalite 組成に配合した場合であるが、その他の場合も、加熱の場合はほぼ同じ傾向を示すが、遅れの開始點終了點に多少の差がある。然し乍ら 1125°C 附近にて平行する點は全く共通である。即ち開始と、終了點は 27%  $SiO_2$  の場合で 1010°C、1180°C、Eutectic の場合で、1050°C、11650°C、12%  $SiO_2$  で 1040°C、1150°C である。冷却の場合は大體一致して、1120~30°C に停止點を有する。又實際の還元燒結の狀況をみる爲に、 $Fe_2O_3$  に C と  $SiO_2$  を混合した場合に就いても行つたが、同様の結果を得た。即ち 1050°C より遅れ始め 1125°C で平行し 1190°C で終了する。以上の結果より次の事が推測される。

#### (i) Fayalite 及び Eutectic の融熔點

冷却時の停止點を一括表示すると第 1 表の如く、従つ

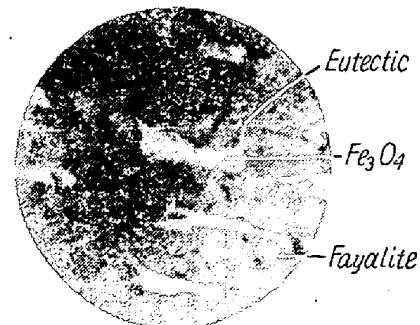
て Fayalite の熔融點は 1165°C、Eutectic point は 1125°C である。

#### (ii) 燒結機構

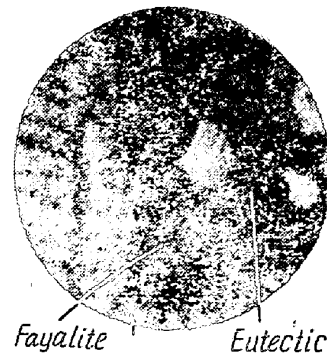
單に曲線上の遅れの開始點のみを見る時は燒結の開始點は一致していない様に思えるが、何れの場合も 1125°C 附近にて一度平行する事、及びその温度が Eutectic point に相當する事を併わせ考えると、燒結の機構として次の如く考えられる。即ち Eutectic point 以下の温度に於いて生成された Fayalite は、Eutectic point に達すれば、殘留する  $FeO$  と Eutectic を作り、それが諸粒を結合して行くのであり、本實驗で用いた加熱速度の範圍では、1200°C に達すれば完全に燒結を終つてゐる、之を確める爲に 1100°C、1150°C に達した試料を直ちに取出し比較するに、前者は未だ燒結して居らず、後者は燒結が相當進行していた。しかして終了點の一致しないのは、組成並びに加熱速度の影響と考えられる。

#### b. 顯微鏡組織に就いて

熱分析を終了した 12 種の試料を白金ルツボより取出し、研磨檢鏡し、その組織を鑑定した。その内 1, 2 を例示すると寫眞 1, 2 の如し。

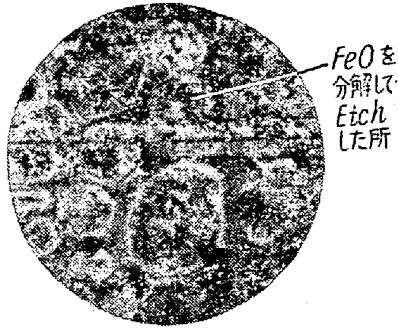


寫眞 1  
Fayalite 配合  
× 300 (2/3 縮寫)



寫眞 2  
12%  $SiO_2$  配合  
× 300 (2/3 縮寫)

寫眞 1 は  $Fe_3O_4$  を多く含む  $FeO$  に  $SiO_2$  を Fayalite



寫真 3 ×400 (2/3 縮寫)  
12% SiO<sub>2</sub> 配合  
FeO 分解試験後 HCl にて etch した場合

に相當する様に配合したもので、配合量から計算すると m-Fe=1%, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>=17%, Fayalite=82% となる。従つて、Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>:Fayalite=1:5 であり、寫真に於ける白色部、灰黒色部も又ほぼ 1:5 である事より、白色部は Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>、灰黒色部は Fayalite と推定され、少量の黒色部は最後に凝固した部分で、Eutectic と考えられる。

寫真 2 は可及的純粹な FeO に對し、12% SiO<sub>2</sub> とする様に配合したもので、計算組成は m-Fe=4% Eutectic=49% FeO=47% となる。寫真に於いて白色部=FeO、灰黒色部=Fayalite、黒色部=Eutectic である。

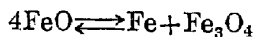
以上の如く析出状況、大き、形状、色澤、輝度等による分類の結果、現われた組織は大體次の 5 種よりなると思われる。即ち、m-Fe、FeO、Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>、Fayalite、Eutectic であり、之等を確認する爲には次の如き方法がある。

(i) m-Fe

3% Cu-SO<sub>4</sub> 溶液にて約 15 sec 浸漬すると m-Fe 上のみ Cu の沈澱が起る。又 2% HCl 溶液にてても m-Fe は etching される。この場合、HCl、Cu-SO<sub>4</sub> の濃度を大とすれば FeO もやゝ侵蝕される傾向にあり、特に丸形の FeO にその傾向がより大である。

(ii) FeO

FeO は眞空又は中性氣圈中にて 575°C で長時間加熱すると、次の反應により分解する。



従つてこの處理後 (i) の處理を行えば、元 FeO であつた部分には m-Fe の存在が確められ、従つて FeO の判定が出来る。

(iii) 酸化鐵と Fayalite との判別

熱力學的計算の結果によると CO 80% CO<sub>2</sub> 20% のガスで 800°C で還元する時は、酸化鐵は m-Fe 迄還元されるも、Fayalite は還元される事はない。従つて

還元後 (i) の處理を行えば Fayalite が判別される。

寫真 3 は FeO を分解させた時の一例で寫真 2 と同種の試料である。

#### IV. 結 論

燒結鐵の燒結機構及び、顯微鏡組織を決定せんとして 3 種の FeO を用い、4 種の SiO<sub>2</sub> 配合を行つて實驗した結果、

(i) Eutectic point (1st) は 1125°C である。

(ii) 燒結は FeO-SiO<sub>2</sub> 系の Eutectic point (1st) の 1125°C より開始し、1200°C 迄には殆んど完了する。

(iii) Fayalite の熔融點は 1165°C である。

(iv) 實驗室にて基礎的に作つた燒結鐵の顯微鏡組織には、m-Fe、FeO、Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>、Fayalite 及び Eutectic の 5 種が存在し

(a) m-Fe は最も金屬光澤が強く球狀又はそれに類似の不規則な形状に現われる。

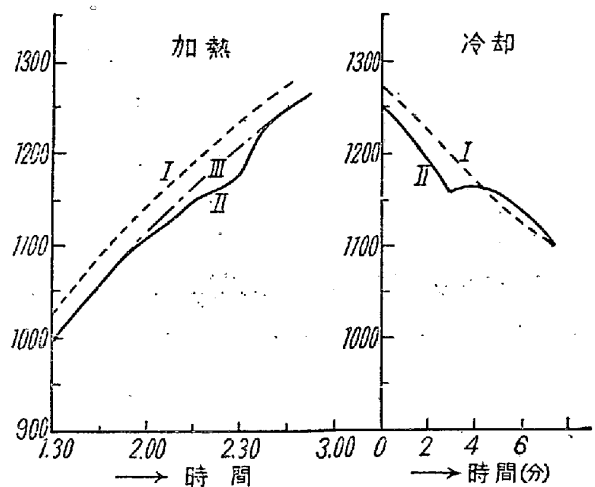
(b) FeO は球狀又は樹枝狀でやゝ弱い光澤を有する。

(c) Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> は m-Fe に次いで光澤が強く、細粒、多角形状、又は樹枝狀に現われる。

(d) Fayalite は灰黒色の地をなす、時には棒狀、又は板狀にも現われる。

(e) Eutectic は黒色で、もつとも最後に凝固する部分故に、容易に判定し得る。

(v) 本實驗に於いては、Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>、FeO、又は m-Fe 等は中性氣圈で處理せられたから、生成燒結鐵には Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> は認められなかつたが、現場燒結鐵には酸化氣圈中に於ける作業或は空氣中冷却等の爲に Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>、FeO の他に Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> も現われるのが認められた。



第 1 圖 Fayalite 配合の時の熱分析結果

第 1 表

組 成	停 止 點
Fayalite	1162~65
27% SiO <sub>2</sub>	1125~27
Eutectic	1128~30
12% SiO <sub>2</sub>	1120~24

(47) ペレットと焼結との性質の比較について

帝國製鐵 K.K. 保 本 保

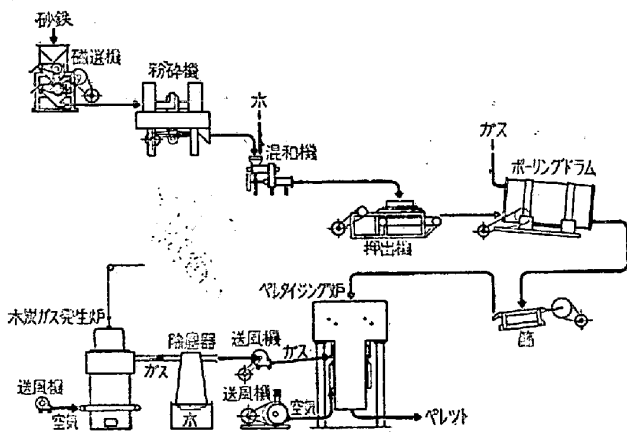
I. 緒 言

粉鐵處理としては今日まで主として焼結法が行われているが、最近にはペレタイジング法が注目されつつある。著者は一、二の文献に依りペレタイジング法を半工業的に試験すると共に、焼結法についても実験を試みたのでペレットと焼結との物理的及び化学的性質を比較して熔鐵爐原料としての優劣を論ずることとする。

II. 製 造 法

ペレタイジング法は、第 1 圖のフローシートに示す如き日産約 3t の設備でペレットを製造した。

焼結は 1 回生産量約 1t のグリナワルト焼結法で製造した。



第 1 圖 ペレット製造工業化試験設備作業系統圖

兩者共原料は砂鐵單味で、ペレタイジング法に於いて

は砂鐵を粉碎し、水を加えてドラムで 10~20mmφ のボールにし、それを焼成してペレットとする。焼結法に於いては、砂鐵に燃料用木炭粉と水とを添加したものを焼結したものである。

成品の平均化学成分は第 1 表の如きものである。

III. 試 験

(1) 落下強度

落下試験は高さ 10m の高所より厚さ 6mm の鋼板製容器中に引続き 3 回落下させて取出し、2mmφ 篩に止つたもの全量に対する % を以て強度とした。

(2) 潰裂強度

潰裂試験は 1,500×1,500mmφ の鋼板製ドラム内に 20×250mm(高さ) の羽根 6 個を軸と直角の方向に等距離に取付けたものに試料約 15kg を入れ、15r.p.m の割合で 2 分間廻轉した後取出し、5mmφ 篩に止つたもの全量に対する % を以て強度とした。

(3) 壓縮強度

試料は 20×20mmφ のものを作製し、小型水壓試験機で試験を行った。

(4) 磨耗強度

試料 10kg を 1,200×600φ の鋼板製ドラム中で 16 r.p.m. の割合で 33 分間廻轉して取出し、2mmφ 篩に止つたもの全量に対する % を以て強度とした。

(5) 比重及び氣孔率

見掛比重の測定はスプリングの應力—歪曲線を検討し之を利用したジョリーのスプリング秤に依り、眞比重の測定は比重瓶に依つた。而して氣孔率は兩者の結果より算出した。

以上の試験結果は第 2 表に纏めて示した。

(6) 還元率

還元ガスとしては、木炭を磁製管内に充填して約 1000°C に加熱し、CO<sub>2</sub> を通じて CO を發生させ、KOH 溶液を通して残存 CO<sub>2</sub> を除去した後、爐に導く。還元はその進行状態を知る爲に上皿式熱天秤を使用した。試料を入れた磁製容器は天秤の一端に垂直に立てた磁製管上に定置させ、その圍りにエレマ電氣爐を置いた。電

第 1 表 砂鐵のペレット及び焼結の化学成分 (%)

	T.Fe	M.Fe	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	MnO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	CuO	TiO <sub>2</sub>	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
砂鐵原鐵	51.80	0	25.49	45.74	7.22	7.60	2.16	2.18	0.424	0.254	0.181	0.051	7.98	0.490	0.059
燒 結	50.20	0.92	9.18	60.25	8.70	7.22	3.72	2.30	0.335	0.241	0.085	0.056	6.54	0.370	0.056
ペレット	51.21	0.15	7.37	64.81	6.37	7.36	2.06	2.44	0.417	0.286	0.069	0.046	8.12	0.400	0.064