

# 鐵粉鑛の處理法に就て

工學士 岡田陽一

## 緒言

歐洲戰亂の影響として鐵材輸入の途益々困難を告げ、鐵價日を追ふて昂騰して底止する所を知らざる此前代未聞の今日、彼の鐵の效用を讚美する常套の語たる『人類の生存上一日も缺くへからざる金屬』なることを痛切に感ぜざるを得ざるに至れり、是に於て官民舉て鐵に向て絶叫し、或は官立製鐵所の擴張の提議となり、或は民營事業の増資又新設の計畫となり、此千載一遇の好機を以て、我邦の鐵工業は正に獨立の域に達し、更に進んでは輸出其位置を轉化して茲に所謂工業的大正維新の實を擧ぐるの機運に達せむとす。邦家の爲に洵に慶賀に堪えざる次第なり。

予や素より僻陋の寒書生、加ふるに菲才國情を詳にせず、然りと雖も私に惟るに鐵鋼自給の策は原料の確固たる永世不搖の給源を索るより急なるはなかるへし、只憾らくは邦土良鑛床に乏しく到底我か需要の半をも充すこと能はず、故に勢ひ之か供給を他邦に仰くの已を得ざるにあり、幸隣邦支那の地一帶鐵鑛床に富み無盡藏と稱せらる、然れとも一鑛床に就て良鑛部の貧鑛部に比して甚た饒ならざるは常に吾人の經驗する所にして、聞説く彼の滿洲本溪湖附近の諸鐵鑛床廟兒溝外十餘の鐵山にして品位三割乃至四割の鑛體を測量する時は優に數億噸の鑛量を計上することを得へしと、故に製鐵事業勃興の今日高品位鑛石の渴盡と低品位鑛石の利用の時機の實現、必ずや近き將來にあるへきを想像するは強ち早計なりと唱ふへきにも非ざるへし、此時に當り貧鑛の選鑛法より得る精汰鑛の處理法を略説し識者の叱正を乞はむとす、只虞るゝは拙文蕪辭専門諸大家の錦繡玉稿に伍するは

16 猶ほ雪上加霜に似たらむことを、希くは孔孟に教を説くの勇を賞し、其無謀を咎むることなかれ。

一 總説

世界に於ける年々遞進増加する所の鐵鑛の需要は遂に吾人を驅つて或は貧鑛の經濟的利用に或は含鐵廢物の有利的處理に向はしめ、爰に低品位鑛の磁力選鑛法の發達となり、或は粉狀原鑛の團結法の進展となり、歐米舉て之か研鑽に腐心し益々其歩を進め機械に方法に發明特許の數實に枚舉に違あらざる程なり。

予嘗て明治四十三年の夏第十一回萬國地質學會議の瑞典に開かるゝや、これに列席して地質旅行に陪伴し、中央瑞典鐵鑛産地を巡歴して各地に選鑛所竝に團鑛所を視察するの機會を得、如何に同國鑛業家か低品位鑛石の利用に努力しつゝあるかを目撃して感嘆おく能はさりき、其後ストックホルムの工科大学にペーターソン(Walf. Peterson)教授を訪ひ、親しく磁力選鑛法竝にグレンダール團鑛法に就て疑を質し事情を詳することを得たり、爾後數歲病臥の苦を嘗め當時の手記徒に篋底に遺して顧みるの暇なかりしか、今や鐵鋼調査の舉に會し俄かに思立ち直ちにとつて之に根本的改竄を加へ本誌の餘白を填むることゝなせり。

事少しく過去に屬すれとも今一九一二年瑞典に於て處理せられたる選鑛原鑛竝に精汰鑛の品位數量を表示すれば次の如し。

第一表

品 位(%)	選 鑛 原 鑛		精 汰 鑛	
	數量(米屯)	割合(%)	數量(米屯)	割合(%)
三〇以下	一一六一七〇	九・五六	—	—
三〇—四〇	六七九四六三	五五・九一	—	—

四〇—五〇	三九九〇九〇	三二・八三	—
五〇—六〇	二〇五九五	一・七〇	五四三四〇
六〇—七〇	—	—	四八八六三六
七〇以上	—	—	三一七三五
合計	一二二五三一八	五七四七一〇 (原鑛對四七・二八%)	九・四五

已に本表に見る如く品位三〇乃至四〇%の選鑛原鑛は最も多く全處理量の約五割六を占め、汰鑛品位六〇乃至七〇%のものを最も多量に産出し居ることを見は如何に貧鑛の有利的に處理せらるるかを推測するに難からざるへし、此等精汰鑛は殆んど總てグレンダール團鑛法に依り團結して直ちに鎔鑛原料に供せられつゝあるなり、今同國に於ける一九〇六年より一九〇九年に至る四箇年間の精選鑛石並に團鑛の數量を擧ぐれば次表に示すか如し。

第二表

年次	選鑛(米屯)	汰鑛(米屯)	合計(米屯)	全鐵鑛產出量に對する割合(%)	團鑛(米屯)
一九〇六	一九〇九四	一三二四七	三三三三一	七・一六	七六二〇五
一九〇七	三二四八一	一七五六七	四〇〇四八	八・九三	一三七〇〇
一九〇八	二五六八七	二九六四〇	五五三三五	一一・七四	三三四五六
一九〇九	一七七二四	二三五九三	四〇三六七	一〇・三九	一八三〇〇

又一九一〇年には團鑛所一四箇所より三四七〇〇〇米屯又一九一二年には二八八五五三米屯の團鑛を産出し、平均年産額三〇〇〇〇〇乃至三五〇〇〇〇米屯の間にあり、其平均品位鐵六四%なるを以て鐵として實に二〇〇〇〇〇米屯に當り、同國一箇年の産鐵量の約三分之一に相當するといふ、以て如何に盛況を呈しつゝあるかを窺知するに足るへし。

其他那威には世界第一の稱あるシドバラングア(Sydvanger)團鑛所を有し、等しくグレンダール法に則り同所のみにて已に一箇年二〇〇〇〇米噸の團鑛を製出し得るといふ。

又獨國に於ては一九一〇年<sup>(1)</sup>フランケ(G. Franke)教授かヂュセルドルフ(Düsseldorf)なる萬國地質、採鑛、冶金及機械學會議席上の演説に依れば、其當時鐵鑛團鑛所一日處理量約二二〇〇米屯のもの九箇所及鐵鑛及滿俺鑛燒結所一日處理量約一三〇米屯のもの一箇所合計一〇箇所にして、日産額二三三〇米屯或は平均一箇年約七〇〇〇〇米屯——<sup>(2)</sup>ゾルゲ(K. Borge)氏に従へは一九一〇年に於て實際鑄鑛爐に使用されし團鑛量は二〇〇〇〇乃至三〇〇〇〇米屯の間にありしと——を製出せり、而して同國は主として煙道塵を原料とし、團鑛二二〇〇米屯中一七〇〇米屯に達し、殘餘五〇〇米屯は鑛石を製團せしなりと、一九〇九年の製銑量一〇八三三〇〇米屯に對し比較的重き煙道塵一箇年少くとも百五十萬米屯を飛散すべく然るに同年の煙道塵團結量五十一萬米屯とすれば殆ど其三分一にも足らざりしなり、ゾルゲ氏は一九一一年の煙道塵發生量を百八十萬米屯と見積り、平均含鐵率三八%とし飛散すべき鐵約七十萬米屯を計上し居れり、同國は實に此等莫大なる遺利を收めむか爲努力しつゝあるなり。

米國にても同様煙道塵の發生夥しきものあり、一九一〇年の統計<sup>(3)</sup>に依れば製銑量二千八百萬短噸に對し、無慮三百五十萬短噸に達し、今平均含鐵率三五%とすれば之に含まるゝ鐵價實に五百萬弗の巨額に上り、加之尙ほ骸炭價格として百五十萬弗を含有すと云へば此絶大なる廢物利用の途を講ずるのみにても優に一大工業として見做すを得べきなり。

其他硫化鐵鑛より硫黃及銅分を抽收したる殘滓も亦適當の處理法を経て團結し製鐵原料に利用されつゝあるなり、斯の如く二十年以前は利用の途なく總て厄介視せられ殆ど棄て顧みるものなかりし、此等貧鑛、泥鑛、煙道塵、燒硫化鐵鑛滓の如き材料は優秀なる選鑛法と精巧なる團結法の發明せら

るゝに及ひて一途の光明を得、始て製鐵界に現出し、鐵鑛同様製鐵原料として使用せられ、些も之に劣ることなく、反つて優越すとの評あるに至れり、豈文明の餘澤偉大ならずや。

聞説く本溪湖煤鐵公司に於ては、廟兒溝鐵山の貧鑛含鐵率三〇乃至四〇%、硫黄痕跡乃至〇・〇四五%、磷素〇・〇五七乃至〇・二〇五%の如き磁鐵鑛を磁力選鑛法に附し、鐵六四乃至六九%に高めてグレンダール法を應用し、製團の後製鐵原料に供せむとするの計畫ありと、然らば乃ち東洋最初の鐵鑛團鑛所を迎ふるの日遠きに非ざるを想ひ、欣に堪えざる次第なり。

以下諸種團結法に就て聊か略述するところ有らむとす。

## 二 團結法

鐵鑛の磁力選鑛法より得たる精汰鑛(其他煙道塵、燒硫化鐵鑛滓等)は何れも粉狀若くは泥狀をなすを以て直ちに之を鑄鑛原料となすは不可能の事に屬す、故に何等かの方法を講じて塊團と化し、鑛石其他の原料と等しく鑄鑛製煉に適恰すへき硬度を附與せされは選鑛法如何に精巧なりと雖も有終の美を擧ぐることに能はざるへきなり、輒近歐米諸國に於て粉泥狀含鐵原料の團結法として案出せられ又實施せられつゝあるもの其數甚多く、互に優所を主張して相譲らず、各成果を收めつゝありと稱せらる、今予は團結法を大別して次の如くなせり。

### 甲、燒結法

一、燃料を添加せずして行ふ法——瘤結法

二、燃料を添加して行ふ法——燒結法

### 乙、製團燒結法

### 丙、團鑛法

一、膠結劑を混和せざる團鑛法

鐵粉鑛の處理法に就て

## 二、膠結劑を混和する團鑛法

此等の方法の適否に就ては主として利用せむとする團結原料の種類及性状、地方的情況及び成品の処理法等の關係を有するものなるを以て一概に其の優劣を比較するは困難にして偶々一鑛石に適せざるの故を以て直ちにとつて迂法なりと貶するは早計に失するの誹を免かれざるべし、然らば果して如何なる方法か最も好果を奏すへきか、暫く其判斷をド・シユワルツ(C. De Schwarz)及ワイスコップ(Dr. A. Weiskopf)兩氏の唱ふる所に委ねむとす。乃ち爰に兩氏か團結法及團鑛燒結鑛の具有すへき主要件として擧げしものを綜合して示せば

## 團結法の具有すへき要件

- (一)設備は可及的簡單なるを要す、即ち粉塵夥多なる周圍事情と必然起由すへき過重に順應し得べく機械装置は作業上に安全と堅固とを有すへきこと。
  - (二)設備として餘り廣大ならざる場所を占め、材料の搬出入はすへて機械的装置に依り可成的人力を藉らざること。
  - (三)團結方法は可及的天候の影響に交渉なく絶對的作業安全を要し、且つ修繕少くして時間と經費の浪費を省くこと。
  - (四)團結方法は可及的持續作業に耐へ、且つ其一噸當り製産費は塊鑛と粉鑛との兩價格の差額を超えざる範圍内に於て可及的廉價たるへきこと。
- 團鑛燒結鑛の具有すへき要素
- (一)機械的影響に對し一定の抵抗力を有すへし、即ち少くとも一平方時に付二〇〇〇封度(或は一平方呎に付き六〇疋)の壓力に耐ふる上に尙ほ約一〇呎(或は三乃至四米)の高所より鐵板上に墜落せしめて破壊するとも粉粒を生せざるへきこと。

(二)天候的影響に對し耐抗性を有すへし、即ち日光、雨霜中に長く曝露するとも崩壞の虞なかるべきこと。

(三)耐熱性を具有すへし、即ち攝氏九〇〇度の熱度に於て假令燒結することあるとも粉碎せざるべきこと。

(四)或一定の長時間水中に浸置くも軟化崩壞せざるべきこと。

(五)不純質夾雜物を含有せざるべきこと、即ち鎔鑛爐壁を侵蝕するか如き物質例へはアルカリ類、鹽素瓦斯等又生成銑鐵の性質に惡影響を及ぼし且つ鎔鑛作業に危害を與ふる如き物質例へは硫黃、砒素等を含有せざるべきこと。

(六)鎔鑛製煉に伴ふ總ての好影響を増進すべき性質を具有すべきこと。

(イ)鬆性にして瓦斯に依り還元作用を受け易きこと。

(ロ)爐頂部に於て攝氏一五〇度位の蒸汽の影響に依り容易く崩壞すへからざるべきこと。

(ハ)攝氏約一〇〇〇度に至る全還元期間に $CO \uparrow CO_2 \downarrow$ 混合瓦斯の作用に對し充分持堪ふるものならざるへからず。

(ニ)爐内の温度に於て裝入物下降に際し壓力と摩擦作用に對抗すべきこと。

然らば一原料に應用して茲に上述の諸條件を満足し得るの方法ありとせむか是れ斯方法たる該當原料に對して最も成功したる方法と謂ふを得へし。

今予は此等の諸方法を略説して相互に就て較々比較を試みむとす、然れとも一團結法の工業的經濟上の價值を定めむとするには只團結費用のみを以て斷案を下すは甚た正鵠を得たりと謂ふへからず、爰に製品の價值並に銑鐵製造費に及ぼす影響をも併せて顧慮するの必要あるなり、然りと雖も後の二者に就ては其實例甚た多からず悉く擧げて軒輊する能はざるを遺憾とす。

## 甲、燒結法

本法は一般に粉狀原料を高熱度(攝氏一二〇〇乃至一四〇〇度)に熱して燒結せむとするものにして原料其儘を直ちに處理する法と原料に適當の燃料を添加して燒結する法と二あり、何れも原料の燒結と共に之に含有する硫黃、炭酸、水分等を驅除するの目的を兼用す、燃料使用量は成品の四乃至六%、若し脫硫等の必要ある時は八%又炭粉燃焼裝置を有する場合には一四乃至一六%の多額に上るか故に燃料高價なる地方に於ては經濟上不得策なるものとす。

## (一) 燃料を添加せずして行ふ法或は瘡結法

本法は元來米國に於て弘く行はれ主として磁鐵精汰鑛、燒硫化鐵鑛滓、煙道塵の燒結に應用せられしものにして又獨國、加奈陀等にも類似せる方法を採用し居れり、今之を燒結爐の種類より分類せば

## (イ) 廻轉管爐式燒結法

本法はセメント製造用の長さ傾斜をなせる鐵製にして耐火材料の内壁を有する廻轉管爐を使用し、團結せむとする粉鑛を爐の上端より給加して爐を緩徐に廻轉せしむれば鑛石は漸次爐壁に沿ひ下方に滑動を始む、之と同時に下端より反對に高熱の瓦斯を流通せしめて漸次下降する所の鑛石を熱する裝置にして之に使用する燃料は瓦斯としては發生爐瓦斯、水瓦斯或は水瓦斯及び鎔鑛爐瓦斯(主として乾燥及熱灼用)の併用等及び石炭若くは骸炭の微粉を使用することあり、爐の下端には斜に設けたる瓦斯羽口ありて焰線を出し、上方より靜かに降落し來れる高温度の粉鑛に吹著けて、之を灼熱燒結せしむ、燒結鑛は一般に鬆性の不規則球形若くは卵形をなし、最大徑七五耗重量二五〇瓦を有する團粒となる。此團粒は時としては燒結後直ちに燒結爐と相似たる構造を有する等しく徐かに廻轉する所の長さ放冷管中を通し空氣を吹込みて冷却せしめ後鎔鑛原料に供す、燒結爐中に於て鑛石の瘡結を容易ならしめ併て脫硫を促進せむか爲め、米國ナショナル冶金會社の特許法としては豫め



鑛石に比較的廉價なる適當の膠結材料即ち炭水化合物例之はタール、瀝青、石油滓、糊精、糖蜜等約重量の1%以下を混和し、以て稍々低温度に於て膠結作用を完結せしめ、少しく温度昇りて攝氏約六〇〇度に於て揮散し同時に硫黄を奪去るの目的に使用するあり。

燒結爐の構造竝に全燒結裝置の説明はフランク教授著團鑛法に譲り、只茲に燒結爐の主なる要項を掲げ併せて其成績に就て二、三の例を挙げむ。

第三表 フェルナー及チーグラ(Fellner & Ziegler)式管爐

管 番號	徑*	長*	壁 厚		傾斜	廻轉數 (分)	所要馬力	處理量(噸)		重量 噸
			可鍛鐵 外壁(種)	耐火材 内壁(種)				一時間	二十四時間	
燒結爐 四三二一	一六	三〇	三〇	二〇一五	六	1/2	五二五	三三三六	八〇九〇	〇.三〇〇
	二〇	三〇	三〇	二〇一五				六六七	二四〇一六〇	
	二四	三〇	三〇	二〇一五						
	三〇	三〇	三〇	二〇一五						
放冷管 二一	一四	二七	三〇	二〇一五	六	—	—	—	—	—
	二〇	二七	三〇	二〇一五						

\* 長三米の管を繼合せ帶鐵にて綴釘せるものなり

\*\* 例外

燒結成績——米國<sup>(8)</sup>ペンシルベニア鋼鐵會社(Pennsylvania Steel Co., Steelton, Pa.)にては原鑛としてステールトン産磁鐵鑛の精汰鑛に煙道塵を混和して燒結法を行ひつゝあり、管爐は四基ありて其處理量は四基に付一時間四五〇噸なり、原鑛と燒結鑛との成分を比較せは

第四表

成分	鐵	硫 黄	磷 素	珪 酸
原鑛	五九六四%	一二五%	〇〇一%	八五〇%
燒結鑛	六一二四%	〇一三%	〇〇一%	八六一%

本表に就て見るか如く著しく脱硫作用の行はることを知るへし、尙奥國ウキトコウキツチ鑛山製鐵會社(Witkowitz Bergbau u. Eisenhütten Gesellschaft)かフランクフルト市に於ける同社所屬試験所にて行ひたる試験成績に依れば、褐鐵鑛を使用して原鑛含鐵率三七・五%を五一・四%に高め又硫黄は〇・八五%より〇・〇五%に低下せしめ得たりといふ、又獨國ギーセン菱鐵鑛鑛山會社(Gewerkschaft Grössener Braunsteinbergwerke)にては菱鐵鑛竝に滿俺鑛を處理し主として其中に含有さるゝ夥しき水分(三六%)を逐出し、運搬費を輕減し兼て粉鑛燒結の目的を遂行せむとするものにして、此場合には鐵及滿俺には著しき富化を示さず、即ち鐵は二二・三七%より二六・三一%に又滿俺は二〇・五四%より二二・三〇%に昇上せるのみ、然るに化學的結合せる水分は八・〇九%より〇・三一%に又炭酸は〇・四八%より〇・〇五%に低下し居れり、更にリー氏(Richard Henry Lee)か米國コーンワール産精汰鑛を燒結して得たる燒結鑛の分粒成績を示せば

第五表	粒大	第一號	第二號	第三號	第四號	第五號
	〇・七五 <sub>時上</sub>	二二・三%	四〇・〇%	二七・八%	三八・七%	一五・八%
	〇・二五 同	二二・〇	三二・三	三三・〇	二二・七	二六・八
	五、網眼同	二二・三	一八・〇	一九・四	一九・四	三五・〇
	一〇、同 同	一二・三	五・〇	九・七	八・七	一六・六
	二〇、同 同	一三・九	三・〇	六・四	六・七	三・二
	四〇、同 同	六・六	一・〇	三・二	二・七	一・三
	六〇、同 同	〇・八	〇・五	〇・八	〇・六	〇・六
	一〇〇、同 同	〇・四	〇・五	〇・四	〇・三	〇・六
	一〇〇、同 同	〇・四	〇・五	〇・四	〇・三	〇・六

全二〇網眼通過量 八・二 二・〇 四・八 三・九 三・一

第六表

五網眼以上(一時)五五、〇%	さる場合が燃料竝に製出量に於て熔鑛爐が最も良好なる成績を示すといふ、同
一〇同 同	一六、七
一八同 同	一三、二
三六同 同	九、九
六〇同 同	三、〇
六〇以下	二、〇

〇珽、燃料使用量(石炭)一五%、脱硫成績は一〇%より〇・一乃至〇・三%に低下し、焼結鑛有孔率(鬆性度)六%なりしと。

經費——獨國ギーセン菱鐵鑛鑛山會社の例を挙げむに、焼結爐長三五〇米、徑二〇米、放冷管を備へず、菱鐵鑛及滿俺鑛一箇月處理量三〇〇〇米屯、燃料使用量熱結鑛の一五%。

燃料費(成品一屯對) 二一七麻

工 賃(同 右) 〇三五麻

合 計 二・五二麻(一・二六圓)

而して資金償却費、建設費利子等を含まざる生産費約四〇〇麻の高價を示せり。

概して本法は其建設費及生産費に於て甚た廉價ならず、特に燃料の消費に至つては著しきものを以て經濟上の見地より良法なりと謂ふを得ず、且つ加之頻繁に焼結爐内の掃除を要し、又内壁耐火材料其他の補修を強ひらるゝか故に徒に時日を空費するの缺點あるを以て慫慂に躊躇せざるを得ず。

(ロ) ペーターソン氏焼結法

本法は芬蘭ダルスブルック(Dals Bruk)なるペーターソン(G. O. Petersson)氏の發明せる特種の焼結爐を以て粉狀鐵鑛、白雲石等を焼結せむとするものなり。

燒結爐は交互に階段狀に配列して互に相連續せる五乃至六箇の爐室を有し、之に粉鑛を爐頂に設けられたる裝入口より給加する時は先づ各階段上に堆積し、後續て裝入さるゝ粉鑛は自動的に下方に上段より次段へと轉落すへし、鑛石の降下の方向と相反して高熱度の瓦斯を導入する時は鑛石は落下途中にて熱灼せられ最下段に來りて最高熱度に曝さるゝか故に爰に始て燒結作用を蒙るものとす、此燒結鑛石は取出して直ちに鎔鑛製煉に送致し得るものとす、本法は一九〇八年以來中部瑞典ロングバンズヒツタン(Långbanshyttan)に採用せられ主としてペルスベルグ(Parsberg)産磁鐵鑛の精汰鑛を用ひ好果を奏しつゝありといふ、ロングバンズヒツタンに於ける本爐の處理量は二四時間に一〇米屯或は一箇年約二八〇〇米屯の計畫なりしか取扱量に甚しく増減ありて一様ならず、即ち三乃至一二米屯の間を往來せり、而して灼熱用として鎔鑛爐瓦斯のみを使用し職工二名を使傭す。

燒結成績——燒結成績は餘り佳良なりと稱するを得ず、何となれば燒結鑛は一般に甚しく鬆性大なる不定形の粒塊にして殆ど全部赤鐵鑛より成り、約五〇％は燒結し、殘餘五〇％は〇・六耗以下の粉狀の儘排出せらるゝか故なり、リムグルファン(Limgryvan)産の石灰質鑛石の汰鑛にして鐵六二・〇硫黃〇・二四八％を含有するものを本法に依りて試験せしに硫黃約〇・〇〇二五％に低下し、細粒僅かに二割を餘すに過ぎざりしと、燒結鑛の鬆性度は甚高く容積の四〇乃至五〇％を示せり、鎔鑛上の成績は比較的好良の部に屬し、前記ロングバンズヒツタンの試験に徴するに同一汰鑛より成る團鑛を使用せし場合に比して著しき逕庭を見ず、等しく鎔鑛能率を増進し約五割の燒結鑛を裝入せし爲め、燃料使用量を變せずして二割の増加を示せりといふ。

經費——生産費(資金償還費並に建設費利子を含みます)は汰鑛一米屯對〇・七五乃至一・五〇クローナ(〇・四一三乃至〇・八二六圓)平均一・二五クローナ(〇・六八九圓)又建設費(一爐)約三〇〇〇クローナ(一六五三〇圓)此等の數字より見れば生産費のグレンダール法に比して著しく少額なるは殆んど無料に

等しき鎔鑛爐瓦斯を燃料として使用せしと事業開始後日尙淺く從て修理費を全く要せざりしに歸由せずんはあらず。

尙此種の特許法數多世に存すれとも茲には之を略す。

(二) 燃料を添加して行ふ法或は燒結法

(イ) 鍋燒法

本法は獨國フランクフルト市金屬業銀行及冶金會社(Metallbank und Metallurgische Gesellschaft)の特許法一名ヘーバーライン・サヴェルスベルグ氏法(Heberlein-J. Savelsberg)と稱するものにして既に五六年以前ハンチントン・ヘーバーライン法其他の改良法として盛に我邦の銅製煉法に應用せられ、最も便利なる粉鑛處理法の一として大に賞讃を博したる方法と全く等しきものなれば茲に詳説するの要を見ざるへし、而して本法は歐米に廣く流行し一九一三年には全世界を通して一四箇所、即ち獨國五、埃洪國二、佛國三、露國一、伊國一、米國二に採用されつゝありき、應用の範圍は粉狀鑛石、精汰鑛燒硫化鐵鑛滓、煙道塵等にして此等に石炭若くは骸炭末約一〇%を添加するものとす。

先づ銅鉛製煉法に使用する燒結器即鍋と全く等しき構造を有する鑄鐵製の器にして、米國ゼニス製鐵所(Zenith Furnace Co., Duluth)にて使用するものは直徑九呎(二・七米)深四呎六吋(一・三五米)鍋底より一五吋(三・八呎)の所に厚二〇耗の有孔、徑八分三吋、假底を備ふるものに豫め熾熱せる石炭を裝入して燃料となし、其上に粉鑛、煙道塵及骸炭粉、或は粉鑛及石炭末(一〇%)の混合物を器の四分三迄充し、約一五分間鼓風を通すれば燃料は燃えて高熱を發し、裝入物は底の部分より漸次燒結して一大團塊と化すへし、後鍋を傾倒して内容を排出し更に新に鑛石混合物を裝入して同一作業を繰返すものとす、燒結せる團塊は打撃に依り崩壊して小塊となし鎔鑛爐に送致す。

27 本法の利とする點は(一)設備竝に操業の簡單なること、(二)其結果として操業安全なること及び(三)小

規模には建設費比較的少きこと等なれとも、其不利の點として數ふべきものは(一)焼結器一基一日の處理量大に制限せらるゝこと(平均四三噸)(二)故に大規模の設備には建設費甚しく嵩ること(三)本法には焼結温度の調節困難にして往々不全焼結を惹起する惧あること(四)鼓風の通過に綿密なる注意を要し其上昇に際し振盪作用を起し固結困難を伴ひ未焼結粉を比較的多量に生ずること等なり。

焼結器處理量は普通一日二四時間に一〇乃至三〇米屯之に必要な動力(鼓風用とも)は焼結鑛一米屯に對し一〇馬力時。

經費——燃料使用量を鑛石の一〇%とする時は焼結鑛一米屯の生産費は

工 賃(焼結作業) 〇・三〇乃至〇・六〇麻

同 (混合、破碎、運搬等) 〇・三〇麻

資金償還、利子、一般費 〇・一〇乃至〇・二〇麻

合 計 〇・七〇乃至一・一〇麻(〇・三五乃至〇・五五圓)

而してラインランド及ウエストフアレンに於ては資金償還費、利子等を含める總經費は焼結鑛一米屯に對し一・二〇乃至二・〇〇麻(〇・六〇乃至一・〇〇圓)の間にありと、以て如何に安値なるかを知るに足るへし。

(ロ) ドワイト・ロイド(Dwight-Lloyd)焼結法

本法の特長は鍋焼法の缺陷特に操業の間歇的なるを補はむか爲めに發明せられ、連續的作業を可能たらしめ以て同一の効果を收め得しにあり、而して本法も亦既に我銅製煉上に輸入せられ日立鑛山製煉所は其先驅者にして日々粉鑛焼結に使用し好結果を示しつゝありと稱せらる、本法焼結機に二種あり、一は直線運鑛帶式、他は圓筒式是なり、直線運鑛帶式焼結機に就ては其構造竝に作業方法は<sup>(11)</sup>嘗て詳細説明せられしを以て又之を繰返すの要を見ざるへし。

焼結せむとする粉鑛は其性質に従ひ水八乃至二〇%を加へて精結性を與へ、尙石炭末八乃至二〇%を添加して能く混淆せしめ自働的に運鑛帶上に一樣に四乃至六吋(或は一三〇乃至一八〇耗)の厚に給加するものとす、運鑛帶は縁邊を具へ細長き通氣孔を穿てる底を有し、相連續せる鐵板より成るを以て原鑛を此上に擴散する際其孔を通して脱漏せさらむやう注意を要す、而して一分間に七乃至三〇吋の速度を以て動き吸込風函上點火器の下に來り茲に鋭き酸化焔線を受け、同時に通過する所の風の爲めに混合鑛は其表面より漸次に酸化作用を被り、風函上を徐々に運動する間に全く焼結し終りて固塊と化し、運鑛帶の轉向點に來りて其上に存する焼結鑛は鑛車中に自働的に卸落さるゝものとす。

本法は明かに鍋焼法に比して優越せるものなれとも、其修繕費は恐らく尠少にあらざるへし、是れ其構造の比較的複雑なる點と同時に甚しく高熱度に曝さるゝか爲に外ならず、焼結鑛は前法の夫に比して其表面滑澤ならず、これ著しき優所にして鎔鑛製煉に好適の状態にあるを以てなり、乃ち本法製出焼結鑛をは鎔鑛爐装入物中に約一二%迄添加せしも別に特示すへき故障を發見せざりしといふ、以て適恰の状態に存するを推測するに難とせず。

直線運鑛帶式焼結機に二種の型あり、即ち、

焼結機の型

30"×50"機械

42"×264"機械

指定處理量(短噸)

五〇

一〇〇

運鑛帶幅長

二七呎  
七呎

四〇呎八吋  
七呎六吋

高さ(基礎<sub>器</sub>上<sub>項</sub>給<sub>上</sub>鑛<sub>まで</sub>)

一一呎四吋

一三呎九五吋

二機据付の際の間隔

一一呎

一二乃至一四呎

重量

一六噸

二六噸

所要働力

三五乃至四五馬力運轉用一〇馬力扇風機用二五乃至三五馬力

燒結成績——米國バーズボロ(Birdsboro, Pa.)製鐵所に於ける本法燒結成績に徴するに煙道塵は骸炭八乃至二四%平均一八%を含有せり、故に其儘之を燒結法に附するは少しく燃料過量なる感あり、爰にて粉鑛を之に混和し略八%までに低下する如く處理し居るなり、而して燃料の少量なるは反つて燒結法完全に行はれ、其能率を増進するものなりと、例へは前記製鐵所に於ける成績より考ふるに燃料八%を超過する場合には骸炭の每一%に對し一日の生産量約一短噸四分一を減却せる割合なりと、則ち炭素の量八%を超過する時には次の如き惡影響を招致するものなり、(一)燃燒に比較的長時間を要すること、(二)燒結温度を高め鎔融點に近つかしめ含有炭素の全部を燃燒せすして反て之を被包するの傾向あること、(三)高温度を發生する爲め機械の各部に損障を誘起すること等なり。

今燒硫化鐵鑛、煙道塵、磁鐵粉鑛等に行ひたる燒結<sup>(12)</sup>試驗の成績を擧ぐれば

第七表

(一)燒硫化鐵鑛六〇%、煙道塵四〇%、燃料を加へざる場合。

鐵	(%)	燒硫化鐵鑛	煙道塵	混合鑛	燒結鑛
鐵	五六・二八			三三・〇〇	四六・九七
硫	黃(%)			〇・一八	二・七二
硫	四・四一				〇・二二
骸	炭(%)			二四・〇〇	九六・〇

(二)燒硫化鐵鑛五〇%、磁鐵精汰鑛五〇%、骸炭一〇%を混和したる場合。

鐵	(%)	燒硫化鐵鑛	磁鐵精汰鑛	混合鑛	燒結鑛
鐵	五六・二八			四五・六一	五一・〇〇
硫	黃(%)			二・四五	三・四三
硫	四・四一				〇・三二



(三)磁鐵精汰鑛に石炭九%を混加したる場合。

鐵	硫	第一試驗		第二試驗	
		生磁鐵鑛	燒結鑛	生磁鐵鑛	燒結鑛
(%)	黃(%)	五一・一〇	五六・〇〇	四五・六一	五二・八〇
		三五・〇	〇・三八	二・四五	〇・三六

燒硫化鐵鑛のみを試みしに鐵は五六・二八より六一・〇〇%に又硫黃は四・四一より〇・〇七%に變化せるを見たり、又ゲレー(13) (James Gayley)氏か玖馬マヤリ(Mayari)産磁鐵鑛其他煙道塵の燒結成績を公表し居れるものを示せば

第八表

試料	鐵	磷	滿俺	硅酸	礬土	石灰	苦土	炭素
第一煙道塵	四六・〇六%	〇・一九四%	〇・五四%	九・六%	三〇・〇%	一・八〇%	〇・八〇%	一七・〇〇%
同燒結鑛	五七・九〇	〇・三六〇	〇・六六	一三・三〇	三九五	二・〇〇	一・三〇	〇・六〇
第二煙道塵	四六・四三	〇・一三三	〇・六〇	九・八	二七三	二・〇〇	一・四四	一三・七五
同燒結鑛	五八・八四	〇・一五〇	〇・七五	二一・八一	三〇五	二・五〇	一・七一	二・一〇
磁鐵精汰鑛	五七・五三	〇・〇九〇	〇・五六	九・七〇	三三四	〇・三五	〇・一〇	〇・〇〇
同燒結鑛	五九・五	〇・一一〇	〇・六〇	一〇・六〇	四〇〇	〇・三〇	〇・一〇	〇・〇〇

而して磁鐵精汰鑛に石炭七%を混加したるものは硫黃分一・二七より〇・〇〇六%に低下し得たりといふ。

又燒結鑛の分粒試驗成績は次の如し。

第九表

其 一 其 二

粒大 一平方時に付  
網 眼

(12) 該炭末一八%を有する  
煙道塵の燒結鑛(%)

粒大(網眼)

(13) 玖馬マヤリ産磁鐵  
鑛の燒結鑛(%)

網眼	其 一 (%)	其 二 (%)
二 以上	二二・〇六	五三・八八
二 — 一	二一・八五	一六・三三
一 — 3/4	一九・八三	二二・三五
3/4 — 3/8	六七・八〇	九七・八九
3/8 — 1/2	三四・〇六	四・三三
1/2 — 1/4	一・〇六	一・二二
1/4 — 1/8	〇・三四	四〇 — 六〇
1/8 — 1/16	〇・三四	六〇 — 八〇
1/16 — 1/32	〇・三三	八〇 — 一〇〇
1/32 — 1/64	〇・一五	一〇〇 — 以下
1/64 — 1/128	〇・一五	
1/128 — 1/256	〇・〇五	
1/256 — 1/512	〇・〇二	

第一に於ては四分一吋粒以上九七八% 又第二には二〇網眼以上九七八九% を出せるは鎔鑛製煉上好適の成績たるなり。

燒結鑛の物理的構造は多様にして種々の狀況に應じて變化せり、原鑛に水分及び炭酸分を多量に含有する場合には揮發分の發散に基き著しき收縮を惹起し、從て燒結鑛は不規則なる形態をとるに至る、磁鐵鑛は比較的内部の收縮作用を起さざるを以て扁平狀の成品を生すべし。

經費——直線運鑛帶式燒結機を使用する場合の建設費及生産費は次の如し。

本法一〇〇短噸處理機械一基の建設費はゲレー氏に從へは一二五〇〇弗(二五〇〇〇圓)又ハリスボロ製鐵所の例に依れば一五〇〇〇弗(三〇〇〇〇圓)なりと。生産費(一噸對)は次の如し。

工	賃(混合)	〇・一七弗	ワイスコップ <sup>(16)</sup> の記述	〇・二四弗	ブリスカー(Prof. C. Brisker)教授記述 <sup>(17)</sup>	〇・七二弗
働	力	費	〇・二二弗	〇・〇九弗	〇・一五弗	
燃	料	費	〇・〇三弗	〇・〇三弗	〇・一五弗	
修	繕	費	〇・〇七弗	〇・〇三弗	〇・〇九弗	
資	金償還	利子其他	〇・〇六弗	—	—	
税	金		〇・二〇弗	—	—	
合	計		〇・六五弗(一・三〇圓)	〇・四一弗(〇・八二圓)	一・二三弗(〇・六二圓)	

但し資金償還利子等を含みます。而して〇・三九乃至〇・四一弗の間であります。

本法には既述の如く尙ほ別型の圓筒式焼結機と稱するものあり、其原理に於ては別に前記の方法と異なる所なく、只一つの廻轉する圓筒ありて其表面に有孔鐵板を張り、此上に鑛石を薄き層として被ふものとす、圓筒の内部には風室ありて扇風機に連結すること前法と異らず、而して風室上には燃燒器を備へ、前法と同様焼結作用を行ふものにして焼結鑛は圓筒表面より削落す装置あり、處理量一基の機械にして一日九〇乃至一〇〇短噸、生産費一噸宛約二麻(一〇〇圓)建設費(全機械装置を含む)は一日處理量一噸對八〇乃至二〇〇弗(一六〇乃至四〇〇圓)修繕費は前法に比し著しく少額にて濟み一噸對〇・二〇麻(〇・二〇圓)なり、一般に焼結作用は薄層の鑛石に行はるゝか故能く内部迄も滲透し、充分均質鬆性を備へ鑄鑛に最も適應するものを生すと云へり。

## (ハ)グリーンワルト(Greenawalt)氏焼結法

本法は主として煙道塵處理の目的を以て初て米國チェリーヴァレー製鐵所(Cherry Valley Furnace Leetonia, O.)に興り、其後續いてノースウエースタン製鐵會社(Northwestern Iron Co. Mayv. Ho, Wis.)に燒結鍋一基を備ふる装置、次にバッファロ(Buffalo, N. Y.)に鍋六基を有する設備出來したり。

前二法と其原理を等しくするものにしてチェリーヴァレー製鐵所の例に従へば燒結鍋の大き幅七呎長一二呎、一〇乃至一二本の火格を備ふ、燒結さるゝ煙道塵の厚一二吋、原料は濕潤状態の儘鍋上の給鑛器より装入せられ其表面を均し、其上燃燒器を位置せしむ、鍋は中空轉軸を備へ之より吸氣扇風機に依りて空氣を吸ふ装置あり、燃燒器は石油燃料を使用し、點火と同時に作動するものとす、而して約五分間にして其表面を燒結すれば燃燒器を取除くとも燒結作用は尙ほ進行し、約一五分乃至一時間にして全装入物を固結せしむ、此時扇風機の運轉を停止し、燒結塊を鑛車中に移す、鍋は更に装入を新にして反覆作業するなり、鍋一基の燒結能力は煙道塵中に含まるゝ骸炭量に關係するものなれとも最大一日二四時間に四〇短噸、此方法の間歇的作業か反つて煙道塵燒結作業には適當すといふ、これ煙道塵は時々刻々其含有骸炭量を變化するか故に不絶之を檢出するの必要あればなり、而して又原料の一定の濕度か本法の燒結結果の良否を判斷せしむればなり。

只不利と見做すべき點は間歇的作業なるか爲め時間の浪費亦少からず且つ修繕費の多額に上ること等なり、建設費は燒結鍋一基竝に建家及運般諸装置一式に付一〇〇〇〇弗(二〇〇〇圓)又生産費は燒結鑛一噸に對し約七五仙(一・五〇圓)なり。

## (ニ)ウエスト(West)氏燒結法

本法は前法と殆ど類似するものにして等しく煙道塵燒結の目的に應用せられ、初めに米國カーネギー製鋼會社(Carnegie Steel Co.)に實用に供せらる。特種の構造を有する灼熱爐を備へ一基の可搬爐床

を附屬す、此爐床は軌道上に動くものとす、煙道塵を爐床中に裝入するには爐頂の裝入口より之を落  
 入み、攪均裝置によりて平坦なる面を與ふるか若くは注射器を用ゐる空氣と共に吹込むにあり、何れに  
 しても爐床上毎回撤布せらるゝ鑛石は常に薄層をなす如くして次の裝入の來る前に已に燒結を完  
 了する如くせしむ、全裝入物か裝入せられ燃結終了せは爐床を取出し、燒結團塊は尙充分冷却しさら  
 さる前起重機の力を藉りて引上げ打碎くものとす、灼熱用燃料としては瓦斯若くは石油を用ひ、非常  
 の高熱度を起し、爐床に來る裝入物は直ちに燒結作用を蒙る如くせしむ。

燒結成績——本法に依りて煙道塵を燒結せる成績<sup>(15)</sup>を示せは

第一〇表

成分	煙道塵	燒結鑛(有孔率一八・九〇%)
鐵	四七・一九乃至四九・五〇	六四・二〇乃至六六・二〇
磷	〇・三二	〇・四九
硫	〇・〇五	〇・一五

燒結鑛の分粒試験の結果は次に示す如く甚良好なり、但し燒結爐より貯倉に卸落したるものに就  
 て試験を行ひたり。

第一一表

網眼(一平方吋上)	原鑛(煙道塵)	篩上殘留百分率	燒結鑛
四分一	—	—	一・〇
二	〇・六五	—	五・〇
五	—	—	九四・〇

八	一・二〇
二〇	七・〇二
四〇	一七・三七
六〇	三一・五三
八〇	七・九三
一〇〇	五・四九
一〇〇通過	二八・七九

此種の燒結鑛は米國の例に依るに銻鑛爐裝入鑛石量の三〇%迄添加して別に製煉上に何等甚しき故障を招かすといふ。

經費——二〇短噸爐一座の建設費總額二五〇〇弗(五〇〇〇圓)又操業費は税金を加へて處理量一噸對約七五仙(一五〇圓)なり。

乙、製團燒結法

此種に屬する幾多の方法の中、今日最も普く採用されつゝある代表的の方法としては實にグレンダール氏製團燒結法の一法あるのみなり。

グレンダール氏製團燒結法

本法は一八九九年其當時芬蘭なるピトカラクタ(Pikaranta)製鐵所々長たりしグレンダール(Dr. Gus-tav. Grondal)氏の發明に係り、從來煉瓦製造に使用されたりし細長き隧道形灼熱爐を團鑛の燒結に應用したるものなり、其後一九〇二年瑞典ブレヂオ(Breda)に採用せられしを初として逐年隆盛に赴き中部瑞典鐵鑛産地に競ふて其建設を見るに至り、乍ちにして那威に擴り、茲に全スカンヂネビヤ半島の低品位鐵鑛床は恰も救世主を得たるか如く俄に利用の途を見出して益々發展するに至れり、其後

本法の優秀なる特點の漸く認識せらるゝや獨り北歐の局地に踞するにとゞまらず、次第に南歐に其翼を延し、又海を超えて北米の地に侵入し、更に近き將來には亦遙東に輸入されむとす、以て如何に普遍的好適の美點を具有するかを想像するに難からざるへし。

今一九一三年に於ける世界上のグレンダール團鑛工場の数、國別を以て示せば、瑞典一六爐數三六、那威三爐數一六、英國二爐數一二、伊國一、西班牙二、米國六、加奈陀一、芬蘭一、合計三二箇所にして、現今尙増加せるは疑を容れず、即ち本法か北露の一角に呱呱の聲を揚げて以來、十有四年世界上に存在せる工場數三〇を超え、爐數亦一〇〇基の上を出つるの盛況を呈しつゝあるなり、瑞典に於ける一九〇六年より一九〇九年に至る四年間の製團量、は已に第二表に之を示せり、而して一九一三年には約四〇〇〇〇米屯を産出し、又同年の北歐に於ける全工場の製團量約五〇〇〇〇〇米屯に上りしといふ。

今次に一九一〇年現在一四製團工場に於ける製團量<sup>(18)</sup>を表示すれば

第一二表

ストロツサ	(Strassa)	六〇〇〇〇	ホルンダール	(Hornadal)	一〇〇〇〇
ルレオ	(Lulea)	四五〇〇〇	サンドウキツケン	(Sandviken)	一〇〇〇〇
グルズメツズヒツタン	(Guldmedslyttan)	三〇〇〇〇	ウテルスベルグ	(Uttersberg)	一〇〇〇〇
ヘレング	(Herräng)	三〇〇〇〇	ヘレフォアス	(Hellefors)	一〇〇〇〇
フログベルゲット	(Flogberget)	二五〇〇〇	ヴィゲルスボ	(Vigelsbo)	一〇〇〇〇
ブレヂオ	(Bredsjö)	二〇〇〇〇	ヘルシンボルグ	(Helsingborg)	四〇〇〇〇
リツダーヒツタン	(Riddarhyttan)	二〇〇〇〇	合 計		三〇、四〇〇〇
ノーベルグ	(Norberg)	一〇〇〇〇			

其他の諸國に於ける本法一箇年處理量はフランク教授に従へは

那 威

ダンダーランド鐵礦會社  
The Dunderland Iron Ore Co.

六〇〇〇〇〇米屯

英 國

バルドウキン會社  
F. P. & W. Baldwin, Outhwaite,

一五〇〇〇〇〇〃

西 班 牙

アルキーフ鑛山  
Alquife Mines

六〇〇〇〇〇〃

米 國

ペンシルベニア製鋼會社  
Pennsylvania Steel Co.

四〇〇〇〇〇〃

バークシヤヤ製鐵會社  
Berkshe Iron Co. (20)

一五〇〇〇〇〃

本法の詳細に就ては曩に工學士高橋昌二氏か水曜會誌に一論文を公にせられしを以て、爰に之を繰返すの煩を避け方法の順序と重なる要項とを摘記するにとゞめむ。

本法は粉狀の鑛石、主として磁鐵鑛(粗鑛若くは低品位鑛石の磁力選鑛法より得たる精汰鑛)及紫鑛(燒硫化鐵鑛滓)に應用して團結せむとするものにして、先づ適當に濕度(八%)を有する粉鑛乾燥鑛には豫め水を加へ又濕潤鑛は之を適度に乾燥しを搗子式團鑛壓結機に給加し煉瓦形に團結す、後之を臺車上に積載したる儘細長き灼熱爐中に裝入し、茲に適當の熱度(攝氏一二〇〇乃至一四五〇度)を加へて燒結し、爐の他端より燒結團鑛を臺車と共に不絶曳出するものとす、各臺車はガル式循環鎖に依り連結せられ一時間に二乃至六米の速度を以て爐内を動き約一九時間に於て一回爐内を通過す、灼熱に要する燃料には瓦斯體若くは液體燃料を使用す、而して瓦斯體燃料としては發生爐瓦斯或は鎔鑛爐瓦斯又は兩者の混合瓦斯又は天然瓦斯(米國に二箇所あり)を使用し又液體燃料としては重油(米國に二箇所あり)を用ひ豫め攝氏四〇〇乃至五〇〇度に熱せられたる燃燒用空氣と共に車の進行の方向と反對に爐内に入り、燃燒して約一〇米の長焰を出し燒結作用を完結せしむ、灼熱爐は長に沿ひ火熱状態に従ひ三區に(即ち豫熱室、灼熱室、冷却室)分かたる、取出されたる團鑛は尙二乃至四時間空中に放置して充分冷却の上直ちに鎔鑛用に適するに至るものとす。



要項——次に壓結機並に灼熱爐に關する要項を擧ぐれば

第一三表

(一) 壓結機

<sup>(21)</sup>瑞典へ使用する機械

搗子の重量

四九一—五七三庇

<sup>(91)</sup>瑞典ブレフヴェンブルクにては四〇〇

衝程

二〇〇耗

(同右一六〇)

衝數(一時間)

二一〇〇—二二五〇

壓結面

一五〇耗平方

一時間の製團數

七〇〇—七五〇

出來上り團鐵の大きさ

一五〇×一五〇×七五耗

馬力

三—四時に六

(二) 灼熱爐裝置

瑞典ヘレング製團所

<sup>(22)</sup>米國メーグキールに使用するもの

爐長

四五—六〇米

一九五呎(幅六呎)

内

豫熱帶

一八五〇〇耗

?

灼熱帶

一〇五〇〇耗

?

冷却帶

一七五〇〇耗

?

一臺車の大きさ

長 二米  
幅 一米

六呎六吋  
六呎

爐内に容れ得る臺車數

二三臺

三〇臺

一臺車上の團鐵數(二重に)

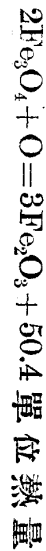
九〇箇

重量約一短噸

一 爐内に装入し得る團鑛數 四一四〇箇 重量三〇短噸  
 二 日(四二時間)燒結量 三〇—四〇米噸(プロダクト)九六—一四四短噸

燃料使用量(短噸)重油二〇ガロン

製團燒結成績——本法に適恰する鑛石は第一磁鐵鑛精汰鑛にして其他赤鐵鑛燒硫化鐵鑛滓紫鑛又は煙道塵にも應用されざるに非ず、今本法の燒結作用間に起る化學的變化を略説せむに、團鑛は之を造る原鑛の如何に拘らす究局は悉く過酸化鐵( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )に變化するものにして、例へば<sup>(23)</sup>原鑛か赤鐵鑛 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ より成るとせば爐の灼熱帯に入る迄に磁性酸化鐵( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )に漸化して遂に灼熱帯に入りて白熱に爆され、同時に熱空氣に會ひ俄然酸化を受けて再び過酸化鐵に逆化して團結を了すと稱すれとも實例に之を徴するに一般に赤鐵鑛より成る團鑛は燒結不完全にして脆弱なるを免かれず、之れ爐内の温度(攝氏一二〇〇—一三〇〇度)一般に甚高からずして赤鐵鑛粉をして更に融化膠著する能はざるに依るものなり。反之磁鐵鑛は適當の粒大(平均最大〇・三粒、普通〇・一粒)を有するに於ては爐の灼熱帯に入る間に一部酸化過酸化鐵となると雖も該帯に來つて忽ちに酸化作用を蒙り殆ど九〇%に近き過酸化鐵を含有する一塊に燒結す、此作用は次の化學方程式に示す如く發熱反應にして



即ち磁性酸化鐵の一坩に對し一〇八六單位熱量を發生する都合なるか故に爐内の温度は俄然暴騰し、過酸化鐵の熔融點に近づき、爰に燒結作用を完了するなり、此反應は本法の秘訣とする所にして製成團鑛は各鐵鑛粒子の周圍に微細なる酸化鐵の結晶を成生し、此等結晶は相互に交雜膠著して一箇の堅硬なる塊を形成するものにして、若し粒子の過大なるか又は均一を缺くに於ては其結果好良なるを得すといふ、那威シドヴァランガーにては精汰鑛は〇・一粒の粒子約九〇%より成り、水分一〇乃至一一%にして好果を奏しつゝありといふ。(未完)