

鐵 と 鋼 第十八年 第七號

昭和七年七月二十五日發行

論 說

製鐵所に於ける A. I. B. 式粉鑛燒結に就いて

(日本鐵鋼協會 第7回講演大會講演)

村 上 敏 雄

ON THE A. I. B. SINTERING SYSTEM OF THE FINE ORES IN
THE IMPERIAL GOVERNMENT STEEL WORKS, YAWATA.

By Toshio Murakami

SYNOPSIS:— Recently various sintering methods are used, however the A. I. B. Sintering System is one of the most modern down draft system.

In The Imperial Government Steel Works that plant was started 2 years ago. The nominal capacity is 150 tons of sintered ore per day, when treated with mainly purple ore and pyrite cinders.

The author has herewith introduced the present aspect of that system in the world, and described about our equipments raw materials, the result of the sintering operations, on some problems for sintering actions and the final product in our works. Also moreover denoted the consumption of the sintered-ore in the blast furnace burdens. Lastly he advocates that the adequate moisture in the raw materials is one of the greatest important factors for successful sintering operations, it is described as following articles,

(A) on the effect of raw material handling, (B) the action during sintering and (C) the result on the character of product.

目 次

1. 緒 言

2. 設備の概要 A. 運搬設備 B. 燒結設備

3. 燒結原料

A. 原料の種類 B. 原料の粒度並に化學成分

4. 燒結作業の概略

A. 作業の行程 B. 昭和5年度燒結作業

の概況 C. 直接作業に必要な人員配置

5. 燒結作用の概略

A. 排出瓦斯温度、負壓、装入物の表面に於ける風速の變化狀態 B. 排出瓦斯の化學成分

6. 燒結鑛に就いて

A. 燒結鑛の品位 B. 配合原料と燒結鑛との化學成分比較 C. 鑛爐に於ける燒

結鑛の使用状況

7. 燒結作用に及ぼす水分の效果

- A. 原料の取扱上に及ぼす影響 B. 燒結作用上に及ぼす影響 C. 燒結鑛の品質上に及ぼす影響

1. 緒言

御承知の如く A. I. B. 式燒結法は Greenawalt 式燒結法の恰も變型とでも見做さるゝ様な燒結方法であつて所謂下方吸氣式 (Down Draft 式) の燒結法に屬して居る。此の方法は元來瑞典の特許法であつて 1925 年瑞典の北部で有名な Kiruna-Navara 鑛山に近い Malmberget に於て magnetite concentrate に就て行つたのが先づ始めである。東洋方面では昭和 4 年 10 月に我

製鐵所に採用したのが嚆矢である。本法を A. I. B. 式と稱する譯は特許權を持つて居る瑞典 Stockholm 市の Allmänna Ingeniorsbyran (The General Engineering Bureau) の略名であつて又特許權である所の H. G. Torulf 氏を紀念するために一名これを Torulf 式燒結法とも稱して居る我國ではガデリウス商會が其一手販賣權を有し我製鐵所の機械裝置は愛媛縣の新居濱製作所の製作にして殆んど國産品である、現在この裝置に依つて作業をして居る工場は昨 1930 年 9 月の調査に依れば世界を通じて 7ヶ所許りある。其内譯は次の様である。

作業の工場

| | | | | |
|----|-----|-----|-----|----|
| 瑞典 | 露西亞 | 伊太利 | 英吉利 | 日本 |
| 2 | 1 | 1 | 1 | 2 |

第 1 表 世界に於ける A. I. B. 式燒結設備の詳細説明表 1930 年 9 月現在

| No. | 所有者並に位置 | 工場所在地 | 作業開始年 | No. of Pans Diam. × Depth. | 處理原鑛 | 公稱能力 per 24 hrs (Tons) | 燃料の 種類 |
|-----|--|-----------------------|-------|--------------------------------------|-------------------|------------------------------|------------|
| 1 | Luossavarra-Kirunavara A.-B. Malmberget, Sweden | Malmberget | 1925 | 16pcs 1.5m ϕ × 0.3m | 磁鐵精鑛 | 100 | 粉骸炭 |
| 2 | Oskers hamns Kopparverk Oskers hamn, Sweden | Oskershamn | 1926 | 8pcs 2 × 0.35 | 紫鐵鑛 | 150 | " |
| 3 | Uralser Eisenerz-Trust. Blagodaj Ural, Russia. | Blagodaj | 1923 | 28pcs 2.3 × 0.35 | 磁鐵精鑛の洗滌 鐵膏粉 | 600 | 無煙炭 |
| 4 | Guest-Keen & Nettlefolds, Ltd. Cardiff, England. | Guest-Keen Cardiff | " | 8pcs 2.6 × 0.325 | 菱鐵鑛 | 240 | 粉骸炭 |
| 5 | Guest-Keen & Nettlefolds, Ltd. Cardiff, England, Enlargement. | Cardiff | 1929 | 4pcs 2.6 × 0.325 Total 12 pans | 硫化鐵燒滓 煙導灰 | 350 | " |
| 6 | Vereinigte Aluminium Werke A/G. Margherita, Italy. | Lautowerk | " | 6pcs 2.3 × 0.4 | ボーキサイト | 150 層狀裝入 後燒結す | " |
| 7 | 八幡製鐵所 Yawata, Japan. | 八幡市 | " | 6pcs 2.3 × 0.3 | 紫鐵、硫酸滓 煙導灰 | 150 | " |
| 8 | 三井鑛山會社 神岡鑛山 | 三井 | " | 4pcs 2 × 0.175 | 優先浮遊鉛精鑛 珪酸質金鑛粉 | 50 再燒結 を行ふ | 燃料を 加へず |
| 9 | Boxholm A.-B. Kantorp Mines, Sweden. | Kantorp | " | 12pcs 1.5 × 0.3 | 磁鐵精鑛 | 150 | 粉骸炭 |
| 10 | Christiania Spigerwerk, Oslo Norway. | Spigerwerk Oslo | " | 7pcs 1.5 × 0.3 | " | 45 | 粉木炭 |
| 11 | Horndal Iron Works. Sweden | Horndal | " | 5pcs 1.5 × 0.3 | " | 40 | " |
| 12 | Bofors Iron Works. Sweden. | Bofors | " | 5pcs 1.5 × 0.3 | " | 40 | " |
| 13 | Ulshytte Iron Works, Sweden. | Ulfshyttan | " | 3pcs 1.5 × 0.3 | " | 30 | " |
| 14 | Lesjöfors Iron Works Sweden. | Lesjöfors | " | 2pcs 1.5 × 0.32 | " | 20 | " |

此の外建設中の工場

瑞典 5 諾威 1

尙目下計畫中の工場としては瑞典の Domnerfvet に於て日産 1,200 吨、英吉利の Frodingham に於ては日産 2,150 吨及び 1,100 吨の燒結設備を計畫中と聞いて居る。(第 1 表参照)

本燒結法の設備並に方法の中で我日本の特許になつて居るものは大體次の通りである。

| 特許番號 | 名 稱 | 許可年月日 |
|-------|-----------|-----------|
| 50880 | 層狀に裝入する方法 | 13/8 1923 |
| 72758 | 點火裝置 | 27/1 1927 |
| 75263 | 裝入裝置 | 25/1 1928 |
| 82755 | 瓦斯用點火裝置 | 1/8 1929 |

但し以上の中で No. 50880、No. 82755 は當製鐵所では採用して居らぬ、次に本燒結法の主なる利點を掲ぐれば次の様である。

1. 建設費工場設備費が安價なる事
2. 操業費が安價にして繼續的なる事
3. 燒成せし燒結鑛は堅實均質にして而も氣孔度に富める事
4. 返し粉の生成量が少い事
5. 脫硫作用を完全に行ひ又酸化作用をも充分行ひ得る事
6. 作業が衛生的である事
7. 燃料費が安い事
8. 特別の點火裝置に依つて完全に裝入物の表面に點火を行ひ得る事
9. 點火費用の安價である事
10. 小資本にして設備の擴張を行ひ得る事
11. 機構全體が簡單にして而も確實である事
12. 小規模でも經濟的に作業が可能である事

2. 設備の概要

我製鐵所に於ける A. I. B. 式燒結裝置の建設に當りては昭和 4 年 10 月作業開始の直前佛蘭

西ローレン州メッツ市に於て不歸の客となられたる當時の原料課長故田上技師に負ふ所が實に尠くないのである。

抑本燒結設備は洞岡(クキオカ)埋築地の南岸の一角に位する東西 100 M、南北 110 M の地域内に設けられ建設當初は地盤粗惡のために基礎工事に多大の苦心を嘗めたのである。昭和 3 年 9 月工作部に於て鐵骨加工作業に着手して以來翌 4 年 10 月初旬建設竣工に至る迄約 1 箇年の日子と總工費約 30 萬圓餘とを費しこれに使用せる組立鋼材は約 350 吨に達して居る、而して同年 10 月 16 日銑鐵部所屬燒結工場として作業を開始し爾來今日に至る迄滿 2 ケ年を経過して居るのである。本工場の特徴とも見らるゝ點は大體次の通りである。

1. 動力を全部電化せる事、
2. 運搬系統を主として機械設備に依る事、
3. 船舶より直接に原料粉鑛を受入れ二重運搬の煩を避けたる事。

公稱生産能力は紫鑛、硫酸滓を處理する場合ペン 6 基を以て日産 150 吨にして尙將來 300 吨は増産し得る計畫である。

A. 運搬設備 當工場に使用せらるゝ燒結用粉鐵鑛は所内貯鑛場及び所内硫酸工場等より貨車運搬に依るもの及び本船積み或は帆船積として所外より購入し岸壁より荷揚を行つて居るのである。本船積みの場合には荷揚起重機にて一旦貨車積として當工場に輸送し來る。帆船積みの場合には當工場の岸壁に設けたる 1.5 吨荷揚起重機に依つて先づ自動秤量機のホッパーに移し毎回約 1.5~2 吨を直接秤量し、これを 18 吋ベルトコンベヤに受け鑛量約 5,000 吨を貯藏し得るオアヤードに落下

せしめて居るのである、又粉炭は所内炭工場より瓦斯灰は第一銻鑛課、第二銻鑛課、戸畑製銻課所屬の各銻鑛爐より何れも供給して居る。

當工場内に於ける運搬設備を概述すれば概略次の様である。

1. 門型起重機(1.5 吨捲) 1 基 岸壁より粉鑛陸揚用

電動機 D.C. 220V 35HP 550 R.P.M.
 Hoisting Speed 30^M/min 1 基 捲揚用
 同 " " 10HP 700"
 Revolving " 3^R/min 1 基 旋廻用
 Radius 9,500mm
 Lift 20,000mm
 Rail Center 7,600mm
 製造所 大阪安治川鐵工所

1. 上架起重機(7.5 吨捲) 1 基 パン輸送捲揚用

電動機 D.C. 220V 35HP 550R.P.M.
 Hoisting Speed 27^M/min 1 基 捲揚用
 同 " " 25HP 600 "
 Traversing " 20^M/min 1 基 トラバース用
 同 " " 15HP 650 "
 Travelling " 100^M/min 1 基 トラベル用
 Wheel Base 2,756mm
 Truck Wheel より床上迄の高さ 11,200mm
 Span 11,000mm
 製造所 新居濱製作所

1. ベルトコンベヤ 4 基 粉鑛輸送用

| No. | 幅 | 厚さ | 長さ | 輸送能力 | 速度 | 傾斜 | 製造所 |
|-----|-----|------|--------|---------------------|-----|-------------|-------------------|
| A | 18' | 16mm | 80.85M | 50 ^T /hr | 45M | 18° | Dunlop Rubber Co. |
| B | 14' | 14 | 26.79 | 20 | " | " | " |
| C | 14' | 14 | 18.26 | 20 | " | a 2½ b 7 | " |
| D | 14' | 14 | 21.45 | 20 | " | 18 | " |

1. 可搬式ベルトコンベヤ 3 基 粉鑛輸送用

| No. | 幅 | 厚さ | 長さ | 輸送能力 | 速さ | 製造所 |
|-----|-----|------|-------|---------------------|-------------------|------|
| 1 | 18' | 16mm | 7.04 | 75 ^T /hr | 67.2 _u | 新居濱所 |
| 2 | 18 | " | 6.97 | 70 | 62.3 | 同 |
| 3 | 18 | " | 17.02 | 65 | 60.0 | 同 |

1. バケットエレベーター 2 基 粉鑛炭輸送用

| Type | Chain Speed | Bucket Size | Capacity | Motor power |
|------------|-------------|-----------------|---------------------|-------------|
| a Vertical | 50/min | 12' × 8' × 9½" | 20 ^T /hr | 5HP |
| b Inclined | " | 10' × 8¼" × 18" | 30 ^T /hr | " |

第 2 表 使用電動機一覽表

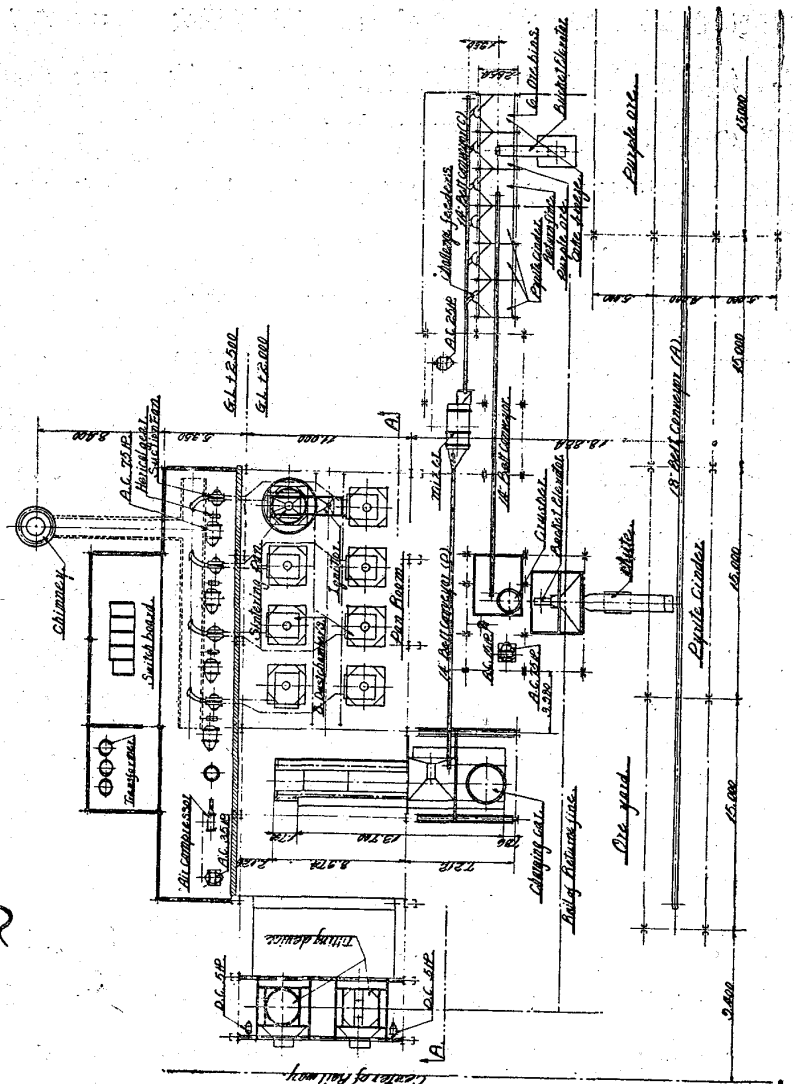
| 使用箇所 | 電流種別 | 基数 | 電壓 | 馬力 | 回轉數 | 製作所 |
|----------------|------|----|-------|----|-------|------|
| サクシオンファン | 交流 | 4 | 3,300 | 75 | 1,450 | 富士電機 |
| サイモンズコーンクラッシャー | " | 1 | " | " | 720 | 同上 |
| バケットエレベーター | | | | | | |
| エヤーコンプレッサー | " | 1 | 220 | 35 | 710 | 三菱電機 |
| Bベルトコンベヤ、スクリーン | " | 1 | " | 15 | 717 | 同上 |
| ミキサ C ベルトコンベヤ | " | 1 | " | 25 | 710 | 芝浦 |
| チャレンジファイダー | 直流 | 1 | " | 7 | 770 | 安川 |
| Aベルトコンベヤ | 交流 | 1 | 240 | 10 | 705 | 日立 |
| イグニションカー | 直流 | 1 | 220 | 5 | 800 | 安川 |
| インクラインドエレベーター | 交流 | 1 | 240 | 5 | 715 | 三菱電機 |
| デスチャーダトラップ | 直流 | 1 | 220 | 5 | 1,000 | 安川 |
| テイルチイニングデバイス | " | 2 | 240 | 5 | 800 | 同上 |
| チャジニングカー | " | 1 | " | 10 | 700 | 同上 |
| | | 1 | " | 7½ | 750 | 同上 |
| Dベルトコンベヤ | 交流 | 1 | " | 5 | 715 | 三菱電機 |
| 自動秤量機 | 直流 | 1 | 220 | 1 | 1,800 | 芝浦 |
| 7.5 吨 起重機 | " | 1 | 240 | 35 | 550 | 安川 |
| | | 1 | " | 25 | 600 | 同上 |
| | | 1 | " | 15 | 650 | 同上 |
| 移動式ベルトコンベヤ | 交流 | 2 | 220 | 2 | 1,400 | 同上 |
| | 直流 | 1 | 240 | 3 | 1,200 | 黒崎電機 |
| 揚水ポンプ | " | 1 | " | 3 | 1,500 | 川崎造船 |
| 1.5 吨門型起重機 | " | 1 | " | 35 | 550 | 三菱電機 |
| | | 1 | " | 10 | 700 | 同上 |

粉炭、瓦斯灰、返粉の運搬には數臺のダンプカー或は手押車を使用運搬、焼結諸設備の動力は凡て電力を用ゐて居る。但し供給電壓は交流 3,300V 交流 220V 直流 240V、の 3 種であつて交流 220V は 3,300V の電源より 50 K. V. A. 用變壓器 3 基に依つて變壓せしめて居る、電動機の總數は

28 基總馬力數は約 645 馬力である。(第 2 表参照)

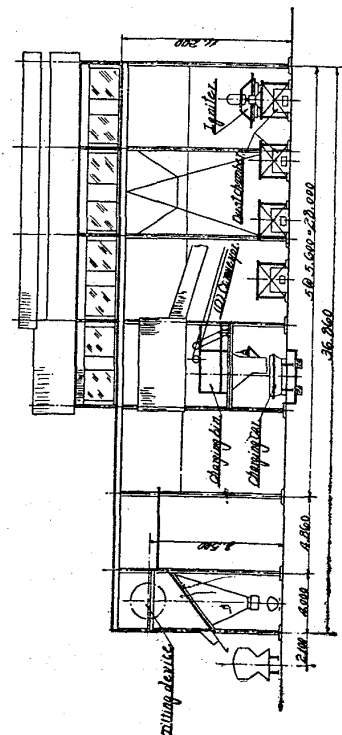
B. 燒結設備 第 1 圖は燒結工場の平面及側面の一部を示したものである、燒結用のパンは燒結室の床上一列につき 4 基宛 2 列に並び合計 8 基並んで居る、但し其の内 2 基は豫備である。パンは正方形を呈する鐵骨製のパン臺に乗せ此内部には排出瓦斯中のダストを捕集するために内容 $1.8M \times 1.2M \times 1.3M$ 肉厚 $140mm$ のコンクリートチェンバーを各パン臺に 1 基宛を備へパンの下部に取付けたるウインドボックスとチェンバーとは鑄鐵製パイプによつて自動的に連絡し煉瓦壁に依つて全く隔離せるエキゾストフワン室との間には鑄鐵製内徑 $250mm$ のパイプを通じエキゾストフワンを通過せる排氣は更にラッパ状のベンドパイプより煙道に至り各フワンの排氣は合して高 100 呎の煙突より逃出す様になつて居る。

燒結に付せらるゝ裝入物の混合或はこれをパンに充填するには各別所に於て行ひパンの取扱ひは主として上架起重機及び移動裝入車 (Charging Car) を使用して居る。パン内の裝入物に點火する場合は 走行點火裝置 (Ignition Appratus) 1 基(パン室 2 列の



第 2 圖 A. I. B. Sintering Plant at I. S. W., Yawata.

Elevation of A-A.

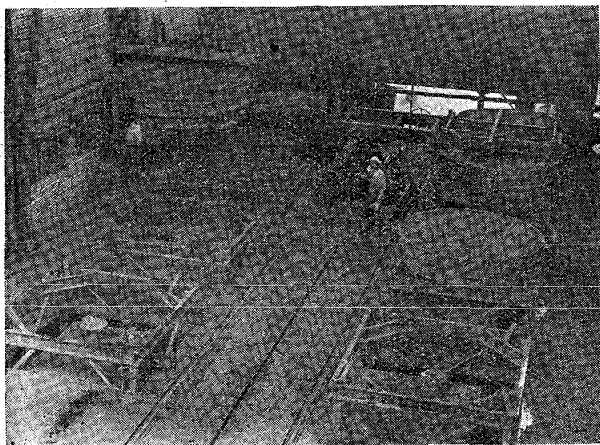


中央にあり)にて左右2列のパンに對し順次點火し、焼結を完了せしパンは起重機にて釣り上げ焼結室の一端に設けたる轉覆装置(Tilting Device)に運び 18tps 軌條を以て造れる篩上(Grizzlyの opening は 12mm)にパン内の焼結塊を轉落篩分し塊成積は直ちに貨車積となして鑄鑛爐に送付し返粉は再び原料中に混入して居る。以上各装置に就いて概述すれば次の通りである。

(1) シンターリングパン (Sintering Pan) 8基 (内 2 基は豫備) 焼結用

Grenawalt 式焼結法ではパンの形状が大體長方形となつて居るが本装置では獨特の淺き全くの圓形を呈し總計 8 基を備へて居る、パンは内徑 2,300mm でグレート面迄の深さは 300mm 有効内容積 1.25Cub.Mにして重量は約 3.6 吨である。材質は鑄鋼製で肉厚は約 20mm である。グレートはパンの内部に取付けられたる 3 本の鑄鋼製 I Beam に嵌入しフレームの内側にて固定してある。グレートは鑄鐵製にして上面に於ける幅は 43mm、グレート相互間の opening は約 8mm パンのフレームの下部には肉厚 8mm 直徑パンと同大、深さ 300mm の鋼板製ウインドボックスを連結し其底部の中心部に直徑 230mm の排氣孔を穿ち

第 2 圖 Pan Room

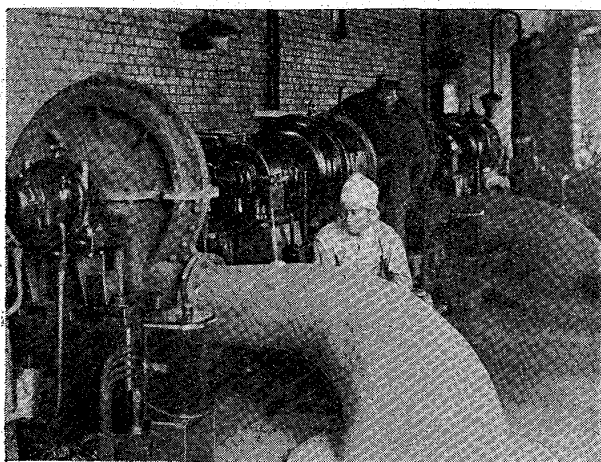


コンクリートチェンバーの上部に固定してある。コンネクションパイプと自動的に連接する仕組となつて居る。パンの外縁部には起重機にて捲揚げに便ならしむるためにフックをかくる 2 箇のトラニオンを有して居る。パン1基に對する裝入鑛量は大體濕量の場合で平均 1,700~1,800kgs 乾量の場合に約 1,400~1,500kgs 内外となつて居る。(第 2 圖参照)

(2) 排氣煽風機 (Suction Fan) 4 基 (内 1 基は豫備) 排氣瓦斯吸引用

サクションファンはパン 2 基に對して各 1 基を備へ總計 4 基である、各ファンは増速装置及び電動機各 1 基と連結し増速装置は澤竹機械工業研究所の速比 1:2,066 のヘリカルギヤー装置を使用して居る、電動機は交流 3,300v 75HP 1,450 R.P.M. 12.5Amp にしてランナーの廻轉は約 3,000 R.P.M. Depression は Cold Air の場合水柱 1,200mm(水銀柱約 87mm) 排氣能力は大體ファン 1 基につき排氣瓦斯の溫度 250°C の場合毎分 160Cub.M とす。ファンは Double Compartment よりなり。Impeller Wheel の直徑は 780mm の Forged Steel 製である。Wheel の兩側には肉厚 6mm の撓曲にして居る山形鋼で作つた Blade 8 板を銜留として居る。Runner の Shaft は Nickel Steel 製 (Ni 2.5% C 0.4%) にして全長 1,640mm Impeller のボスに於ける直徑は 100mm である又 Shaft の加熱を防止するために其中心部に直徑 20mm の空洞部を殆んど全長に亘つて穿ち外徑 14mm 肉徑 11mm の眞鍮製パイを挿入し水冷式として居る。使用電流は普通 10~12Amp 内外である。但し現在は 4 基の内 3 基は電動機とファンを直結し從來の廻轉

第 3 圖 Suction Fan

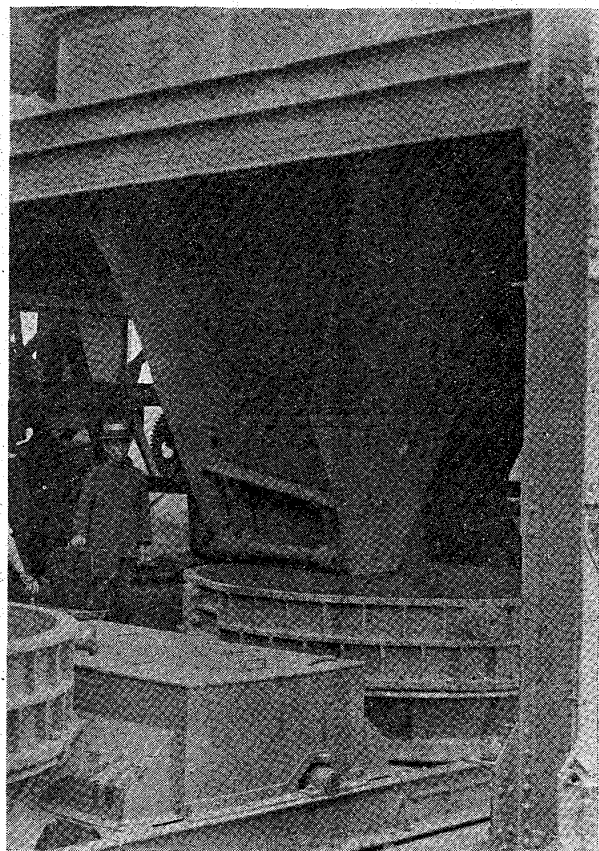


數を半減せしめ試験中であるがこれがため Depression は前者の約 $1/4$ 内外に遞下して使用電流は $5\sim 6\text{Amp}$ に下つて居る。(第 3 圖参照)

(3) 裝入装置 (Charging Apparatus) 1 基 混合原料裝入用

本装置は A. I. B. 式燒結装置中最も考案を施してある箇所である、即ち混合原料を貯へる固定式の Charging Bin (裝入物貯槽) 並に Charging Car (移動裝入車) とから構成されて居る。Charging Bin の下部には大略パンの半徑に相當する長さの Conical Sector 状を呈する Discharge Trap を付し電動式ギヤ装置に依つて容易に開閉する仕掛になつて居る。Charging Car の兩端には各 1 基のパンを乗せボールベヤリング装置を以てパンを容易に水平に廻轉せしめる。Car の中央部にはトラベル及びパンの廻轉用として電動式ギヤ装置を備へクラッチによつて左右兩パンの廻轉を任意に轉替し得る様になつて居る。トラベルの速度は $40\text{M}/\text{min}$ 旋廻速度は 1R.P.M. である。パンに混合原料を裝入する場合は上述の Charging Bin の直下にパンの中心部を置きこれを水平に廻轉させながら Discharge

第 4 圖 Charging Apparatus



Trap を靜かに開く時はパンの廻轉につれて混合原料は落下填充され 1 廻轉にて全く均一に裝入を行ひ得るのである、裝入加減はパンの廻轉速度及び Trap の開閉度に依つて自由に調節することが出来る。(第 4 圖参照)

(4) 混合装置 (Mixer) 1 基 配合原料混合用

本装置は直徑 1.5M 、長さ 3M 、肉厚 12.5mm の鋼板製圓筒にして配合原料の攪拌を容易にするため其内側に數枚のスパイラル状に取付けたる山形鋼製の Baffle Plate 及び排出口部には直徑 25mm 長さ $1,000\text{mm}$ の丸鋼 8 本を嵌入す圓棒を付して居る。傾斜度は 2° にして圓筒は前後各 2 箇の Roller 上に支へられて廻轉する。廻轉數は 18R.P.M. とし 25HP 交流電動機に依つて居る。Mixer の入口には原料中の水分調節用として給水管を附して居る。

(5) 移動式點火裝置 (Ignition Apparatus)

1 基 點火用

點火裝置の移動及びアームに取付けたるパンと同大の肉厚 12mm の鋼板製 Hood の旋廻は 5HP 直流電動機に依り Hood の外周には 120° の間隔に各 1 個の Oil Burner 計 3 箇を備へて居る。Burner は特殊の構造で極めて簡単に出來て居る、瑞典ストックホルム市 Max Sievert 社製 Serpentin No. 11 型にしてアームの一端に設けたる重油槽内の重油と壓搾空氣槽中の空氣は共に銅管に依りて Burner に導かれ重油を噴霧狀として放出せしめ、これに點火す。各バーナーの傾斜度は下向 12° にして點火狀況は Hood の窺穴より容易に認めらるゝので點火は自由に加減する事が出来る。(第 3 圖参照)

(6) 轉覆裝置 (Tilting Device) 2 基 パン 轉覆用

燒結作用を終了したパンは 7.5 噸捲上架起重機に依つて釣り上げ燒結室より 16M を距つる轉覆裝置に運ぶ。パン 2 列に對して各 1 基を設けてある、パン受臺は鐵骨製にして 3,120×2,360mm の矩形を呈しパンがこの受臺に運ばるゝ際には起重機の兩下端に取付けられたる特殊のビームを以て自動的にパン受臺の一端に設けたるローラー(長さ 1,200mm のレバーの先端に付す)を押へて前後各 2 箇の Locking 裝置を開きてパンを靜置し起重機が去ればスプリング裝置によりて自動的にこれを閉じパンは全く受臺に保持せらるゝ仕組となつて居る。受臺の兩端にはトラニオンを有し直流 5HP の電動機に取付けたるフリクションギヤー裝置を経てパンを轉覆し其直下に設けたる傾斜度 38° の Grizzly 上に落して篩分する。

(建設當時は Opening 7mm なりしも後 12mm に改む)。

(7) チャレンヂー式給鑛裝置 (Challenge Feeder) 6 基 給鑛用

各種燒結用原料或は燃料は圖に示すが如く直列に並べる 6 基の貯鑛槽(容積約 9 Cub.M)に貯藏し其の下部に各 1 基宛設けたるチャレンヂ式給鑛裝置に依つて任意に排出鑛量を調節しベルトコンベヤールに落下せしむるのである。本裝置は傾斜角度 14° 直徑 3'~5" の鑄鐵製圓盤にして 3R. P. M. 給鑛量は Gate の開閉度によりて自由に調節し得る。1 基に對する所要馬力は 1HP にして現在 6 基に對して 7HP 直流電動機 1 臺にて運轉す。

(8) Sintering Pan 用 pipe の連結

コンクリートチェンバーの上部にはパンと連絡するコンネクションパイプ並に側部にサクシヨンフワンと連絡するサクシヨンパイプがある、前者は全長 507mm、内徑 230mm の鑄鐵管にして其上端にはパンのウイントボックスと接着を容易ならしむるがためにコニカル狀のリングを備へ其下部には前述の如くパンを乗せると否とによりて、自動的に上下しチェンバーとの開閉を司る Cone 狀のダンパーを有して居る、(Cone はコンネクションパイプの外側に設けたるカウンターウエイトによりてパンが乗れば上り除かれれば下る) 後者は内徑 250mm、肉厚 20mm の鑄鐵管にしてフワンの直前に Expansion joint を附して居る。フワンを通過する排氣瓦斯はラツパ管狀のベンドパイプより煙道に通ず。

(2) 空氣壓搾機 (Air Compressor) 1 基 點火給油用

重油バーナーの點火及び重油槽への給油用として Air Compressor 1 基を備へてゐる。本機は住友別子鑛山株式會社製の標準水平式拾號型にして Single Stage である。其の概略を記せば次の通りである。

| | |
|---|----------------------------|
| Dia. of Cylinder | 10' |
| Stroke of Piston | 9' |
| R.P.M. | 200 |
| Piston Displacement | 163 ^{Cub.ft./min} |
| Dia. × Breadth of Belt Pulley | 56" × 8½" |
| Do. of Fly Wheel | 36" × 6" |
| Horse power required when Compressed 100 ^{lbs/□"} | 33 |

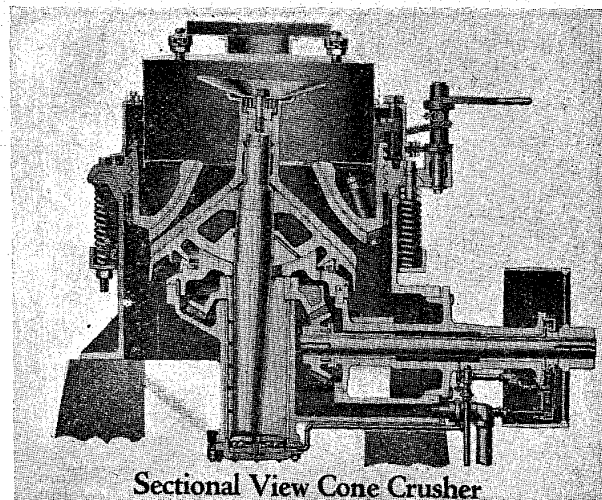
Air Receiver は Vertical Type にして肉厚 6mm (1/4") の鋼板製として直徑 3'~6" 高さ約 8' 容積約 4.1^{cub.M} にして使用壓力は平均 80 lbs/□" 内外である。

(10) 粉碎装置 (Symon's Cone Crusher) 1 基 塊狀硫酸滓破碎用

米國 Symon's Brothers Co. 製の Vertical Type にして破碎せんとする塊鑛はマンガン鋼製の Mantel (直徑 3' 偏心旋廻運動をなす) と其上部に固定せる Mantel との間に嚙込まれ漸次破碎され下部に落下す、排出口部の間隙はスクリー装置にて適宜に加減し得、破碎機の本體とマンテルとは外周に取付けたる無數のスプリングを以て連結し安全瓣の用をなす。

中央部 Mantel の上端には給鑛の均一分布鑛量調節用として圓盤 (535mm φ × 30mm) を付す Cone 狀 Mantel 主軸及び Gear, Shaft 等の各部はポンプ装置に依つて油を循環せしめ摩擦發熱を防止して居る。自重は約 2.5 噸所用馬力 50~60HP 給鑛間隙は 2 3/4" 排出間隙 1/8"~1/2" 迄を調節し得る、破碎能力は 14~40^{T./hr} ベルトプリーアの廻轉數は 550 R. P. M. にして現在 A.

第 5 圖 Symon's Cone Crusher



Sectional View Cone Crusher

C. 3,300V 75HP の交流電動機 1 基を以て直立エレベーターと併用して居る。(第 5 圖参照)

3. 燒結原料

(A) 原料の種類 今迄に使用したる燒結用原料燃料は試験原料を合し其種類 14 種に上り大體次の様である。紫鑛(大阪製鍊ラーメン收銅滓)、硫酸滓(硫化鐵鑛燒滓)、酸化鐵(日本染料納)、鞍山精鑛、利原粉鑛、安岳粉鑛、生石灰、粉骸炭、瓦斯灰(フリユダスト)瓦斯發生爐ダスト、粉石炭、遼東無煙炭、コットレル收塵灰、壓延工場ミルスケール等にして就中現在使用して居るものは紫鑛、硫酸滓(自製硫酸滓、購入硫酸滓塊並に粉)粉骸炭、安岳粉鑛、鎔鑛爐瓦斯灰、コットレル收塵灰等にして此外燒結作業中に生ずる返粉を若干混入してゐる。

B. 原料の粒度並に化學成分 第 3 表は現在使用中の各種原料の粒度、化學成分の一例を示したもので、紫鑛は比較的微粒狀のものが多く 50^{mesh} 以下のもの 60% に達して居るが、硫酸滓は購入自製共に前者に比して粗粒のもの大部を占めて居る、粉骸炭は 4~28^{mesh} のもの約 70% に及び比較的粗粒であるが鎔鑛爐瓦斯灰に至つては 20

第 3 表 各種原料、燃料の粒度、化學成分

| 種 別 | Mesh (linear inch) | | | | | | | T.Fe | FeO |
|--------------|--------------------|------|------|-------|-------|--------|------|-------|------|
| | >2 | 2~4 | 4~10 | 10~28 | 23~48 | 48~100 | 100> | | |
| 紫 鑛 | 0 | 0 | 0.7 | 16.5 | 19.2 | 24.6 | 39.0 | 56.64 | 0.78 |
| 所外購入 硫酸滓(粉鑛) | 0 | 10.6 | 33.5 | 15.1 | 9.8 | 12.3 | 18.7 | 62.38 | 5.73 |
| 自製(洞岡) 硫酸滓 | | 31 | 21.0 | 11.0 | 3.7 | — | — | 64.24 | 1.48 |
| 自製 下等粉骸炭 | 0 | 6.6 | 40.6 | 30.1 | 10.7 | 6.8 | 5.2 | | |
| 鑛鑛爐 瓦斯灰 | | 5.3 | 7.3 | 18.6 | 68.8 | — | — | 30.14 | 6.79 |
| 安岳粉鑛 | 4.5 | 27.0 | 36.0 | 20.0 | 12.5 | — | — | 49.40 | |
| 返粉鑛 | 6.8 | 12.5 | 15.2 | 22.9 | 15.1 | 13.9 | 13.6 | 53.92 | 5.06 |

| 種 別 | Fe ₂ O ₃ | SiO ₂ | MnO | Al ₂ O ₃ | CaO | MgO | S | P | Cu | F.C. | V.M. | 備考 |
|--------------|--------------------------------|------------------|------|--------------------------------|------|------|-------|-------|-----------|-------|------|------|
| 紫 鑛 | 80.10 | 10.19 | 0.13 | 1.36 | 1.90 | 0.56 | 1.187 | 0.013 | 0.229 | | | |
| 所外購入 硫酸滓(粉鑛) | 82.83 | 3.28 | 0.10 | 0.36 | 0.41 | 0.23 | 3.121 | 0.015 | 0.437 | | | |
| 自製(洞岡) 硫酸滓 | 90.24 | 4.84 | | | | | 1.660 | | 0.280 | | | |
| in Ash 100% | | | | | | | | | | | | |
| 自製 下等粉骸炭 | 11.50 | 52.50 | | 26.14 | 5.28 | 1.64 | 0.47 | 0.109 | Ash 22.41 | 73.59 | 2.79 | |
| 鑛鑛爐 瓦斯灰 | 36.58 | 8.52 | 0.95 | 6.57 | 5.61 | 0.63 | 0.239 | | | 25.30 | | 7種平均 |
| in Fe100% | | | | | | | | | | | | |
| 安岳粉鑛 | | 24.22 | 0.11 | | | | 0.674 | 0.023 | 0.014 | | | |
| 返粉鑛 | 71.49 | 11.51 | 0.11 | 2.23 | 3.02 | 1.09 | 0.61 | 0.01 | 0.25 | | | |

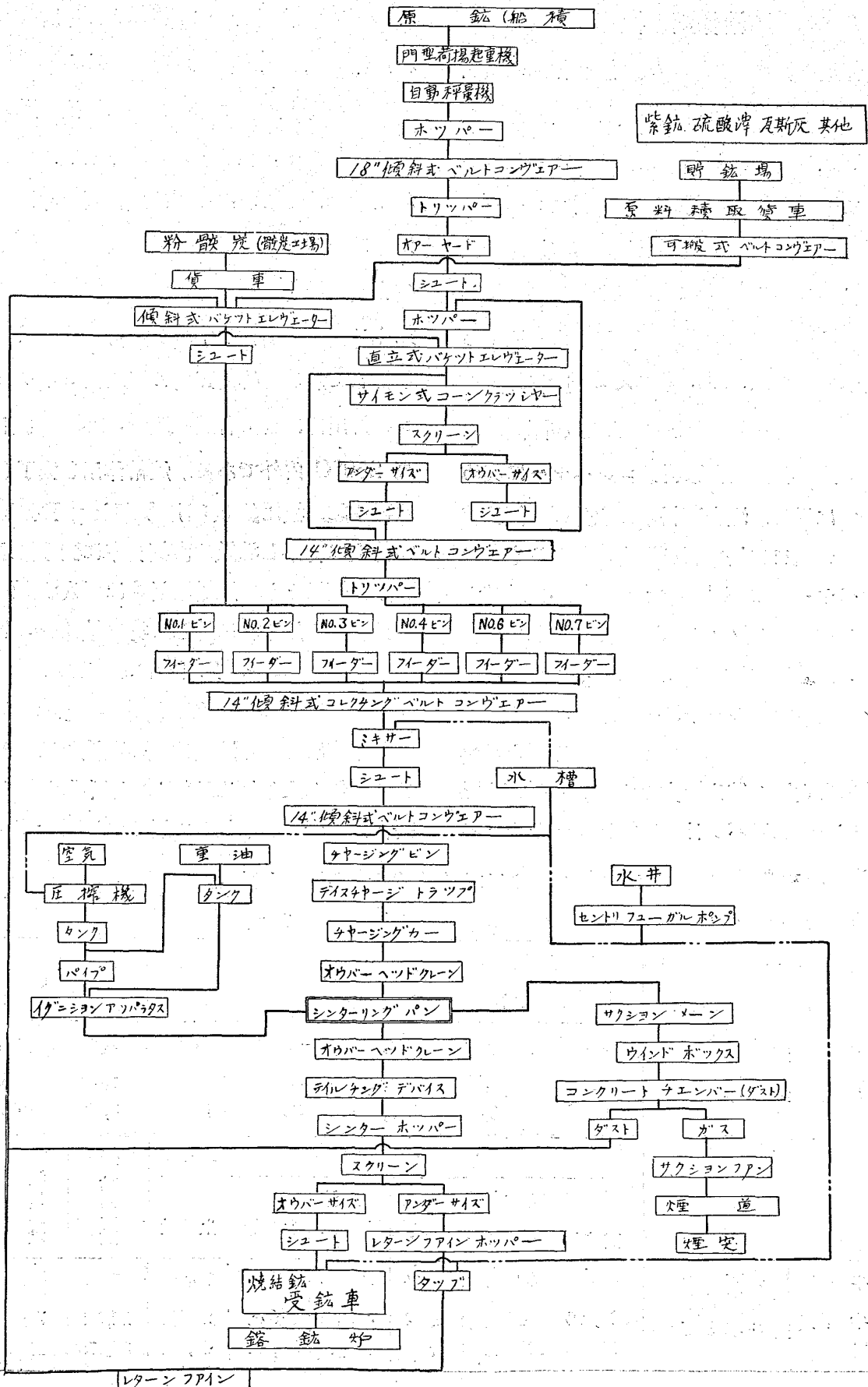
mesh (5 厘目篩) 以下のもの殆んど 70% に達し極めて細粒である。又安岳粉鑛は 2~10mesh のもの 60% に及び返粉は割合に粗粒状のものが多いがこれは作業状況に依つて多少不同がある。紫鑛は大體 T.Fe. 56%、SiO₂ 10~12%、S 1.0%、Cu 0.2%、内外にして硫酸滓は T.Fe 62~64%、SiO₂ 3~5%、S 1.5~3%、Cu 0.3~0.4% 見當である。粉骸炭は F.C 75~80% Ash 20%内外、鑛鑛爐瓦斯灰は T.Fe 30~35%、F.C 12~15% 前後、安岳粉鑛は T.Fe 49%、SiO₂ 24% 見當である。返粉は配合物の種類、配合割合、燒結状況等に依つて一定でないが T.Fe は 54~56% が普通である。第 4 表は各種原料配合の一斑を示す。最近の作業成績の平均結果より推理すれ

第 4 表 原料配合の一例

| 紫鑛 | 硫酸滓 | ミスケール | 安岳粉鑛 | 瓦斯灰 | 粉骸炭 | 返粉鑛 |
|----|-----|-------|------|-----|-----|-----|
| 65 | — | 18 | — | 6 | — | 11 |
| 40 | — | 41 | — | 7 | — | 12 |
| — | — | 74 | — | 10 | — | 16 |
| — | — | — | — | — | — | — |
| 66 | — | — | — | 21 | — | 13 |
| 40 | 34 | — | — | — | 6 | 20 |
| — | 77 | — | — | — | 7 | 16 |
| 73 | — | — | — | — | 8 | 19 |
| — | — | — | — | — | — | — |
| — | 60 | — | — | 19 | 3 | 20 |
| 6 | 7 | — | — | 4 | 4 | 79 |
| 50 | 18 | — | — | 15 | — | 17 |
| — | 16 | — | 50 | 17 | — | 17 |
| 20 | 43 | — | — | 17 | — | 20 |
| — | 25 | — | 37 | 18 | — | 20 |

ば紫鑛、硫酸滓を主原料とする場合に燃料として粉骸炭、鑛鑛爐瓦斯灰を併用する時は混合物の總量に對して大體粉骸炭 4% 瓦斯灰 11% 粉骸炭單味の場合は略 6% 瓦斯灰單味の場合は 14~18

第 6 圖 八幡製鐵所 A. I. B. 式粉鑛燒結作業系統 (昭 6. 2)



%を普通配合して居る。

4. 焼結作業の概略

(A) 作業の行程 第6圖は焼結作業の系統を示したものである。原料粉鐵礦並に燃料は運搬設備の項に於て述べたる如く船積み又は貨車積みで輸送して來る、細粒原料は直接傾斜エレベーターに運び No. 1~6 の Ore Bin に收容す。塊狀硫酸滓は一旦直立エレベーターより Symon's Cone Crusher に送りて直徑最大 6mm 以下のものとして前記 Ore Bin に貯へる。原料の配合割合は Challenge Feeder の Gate の開閉度にて任意に調節し各種配合原料はコンベヤーに集めて Mixer に送る。混合原料中の水分の調節は普通 Mixer の入口に於て行ひ混合されたるものは更にコンベヤーにて Charging Bin に貯藏す(一時に約パン8基分の装入物を貯ふ)而して混合原料をパンに装入する場合は Charging Car 内の空パンを該 Bin の直下に運び來りパンを水平に旋回せしめ乍ら Discharge Trap を開きパンの一廻轉にて大體の装入を完了す。(所要時間約1分内外) 充填せし盈パンは起重機にて釣り上げパ

ン室に運びパン臺に乗せ點火装置の Hood を以てパン全體を Cover し Hood の外周に取付けられたる Oil Burner(3)を以て装入物の表面に着火せしむ。(所要時間1~2分にて全く點火を終へる) 但しサクシヨンフワンは作業中常時運轉す、焼結時間は原料の種類或は配合割合等によつて一定でないがフワンの廻轉數が 3,000 R. P. M. の場合は大體 30~45分位で充分である。又前述の如くフワンの廻轉を半減する時は 50~70分内外を要して居る。排出瓦斯の温度はエキゾストフワンの排出部に於て普通 100~200°C を上下し最高 250°C 内外である。焼結作用を完了したパンは再び起重機に釣り上げ Tilting Device に運び篩上に轉落し塊礦は直接貨車に受け撒水消火し篩下は返粉として焼結原料中に混入す。焼結歩留りは普通全焼結物に對して塊成礦 80~85% 返粉の生産量は 15~20% 内外である。

(B) 昭和5年度焼結作業の概況 第5表は昭和5年度に於ける焼結作業の實績を示したものである。但し上半期に比較して下半期が操業日數の割合に生産高を増加して居るのは昭和6年1月

第5表 昭和5年度焼結作業成績一覽表

| | | 装 入 量 | | | | | | | 操業日數 | |
|-------|-------------------------|-----------|---------|---------|------------|---------|------------|------------------|-----------------------|------------------|
| | | 原 料 | | | | | 燃料 粉骸炭 | 合 計 | | |
| | | 紫 鐵 | 硫酸滓 | 瓦斯灰 | 雜 | 計 | | | | |
| 上 半 期 | 自 5 年 4 月 至 5 年 9 月 | 15,000 | 2,000 | 1,300 | 430 | 18,780 | 1,500 | 20,230 | | |
| 下 半 期 | 自 5 年 10 月 至 6 年 3 月 | 21,000 | 3,000 | 1,500 | 400 | 25,900 | 2,300 | 28,200 | | |
| 計 | | 36,000 | 5,000 | 2,800 | 830 | 44,680 | 3,800 | 48,480 | | |
| | | 動 力 (消費量) | | | | | 燒結礦 生産量 | 燒 結 鍋 數 | 重 油 使 用 量 | 操 業 日 數 |
| | | 交 流 | | | 直 流 低 壓 | 合 計 | | | | |
| | | 高 壓 | 低 壓 | 計 | | | | | | |
| 上 半 期 | 自 5 年 4 月 至 5 年 9 月 | 166,000 | 62,000 | 228,000 | 32,000 | 260,000 | 19,200 | 15,832 | 50t | 182 |
| 下 半 期 | 自 5 年 10 月 至 6 年 3 月 | 205,000 | 74,000 | 279,000 | 41,000 | 320,000 | 25,800 | 22,738 | 79 | 163 |
| 計 | | 371,000 | 136,000 | 507,000 | 73,000 | 580,000 | 45,000 | 38,570 | 129 | 345 |

| | 生産率 | 1日當り | | 1銅當り | | | 燒結鑛噸當り | | | | |
|-----------------|-----|--------|------|-------|-------|------|--------|------|-------|-----|--------|
| | | 燒結鑛生産量 | 燒結銅數 | 燒結鑛 | 装入量 | 返鑛 | 計 | 装入量 | 燃料 | 重油 | 動力 |
| | | | | t | t | t | t | t | t | kg | K.W.H. |
| 上半期 自5年4月至5年9月 | 95 | 106 | 87 | 1.220 | 1.280 | .298 | 1.578 | 1.06 | 0.080 | 2.6 | 13.5 |
| 下半期 自5年10月至6年3月 | 92 | 153 | 139 | 1.140 | 1.240 | .293 | 1.533 | 1.09 | 0.086 | 3.1 | 12.4 |
| 平均 | 94 | 132 | 113 | 1.180 | 1.260 | .296 | 1.555 | 1.03 | 0.083 | 2.8 | 12.9 |

但し昭和6年1月3日より三交代實施其以前は二交代につき深夜作業中止

まで二交代制とし、これ以後三交代制にした爲である。

就中昭和5年3月の實績に徴すれば1ヶ月操業日數27日間の生産噸數は約5,000噸、1日當り約185噸に相當して居る、但しエキゾストフワンは3基運轉の中、2基を3,000 R. P. M. とし他の1基は1,500 R. P. M. の場合とす、本表は何れも乾量を以て示した數字である。

(C) 直接作業に必要な人員配置 三交代實施の結果としてこれに直接必要な人員及び其配置は現在第6表に掲ぐる通りである。但し將來に於て設備の改善に伴ひ一交代に對する人員は若干減じ得る見込である、尙此外に常晝作業として修繕製圖、事務其他の雜用に對し14名を使役してゐる。

第6表 燒結作業人員配置

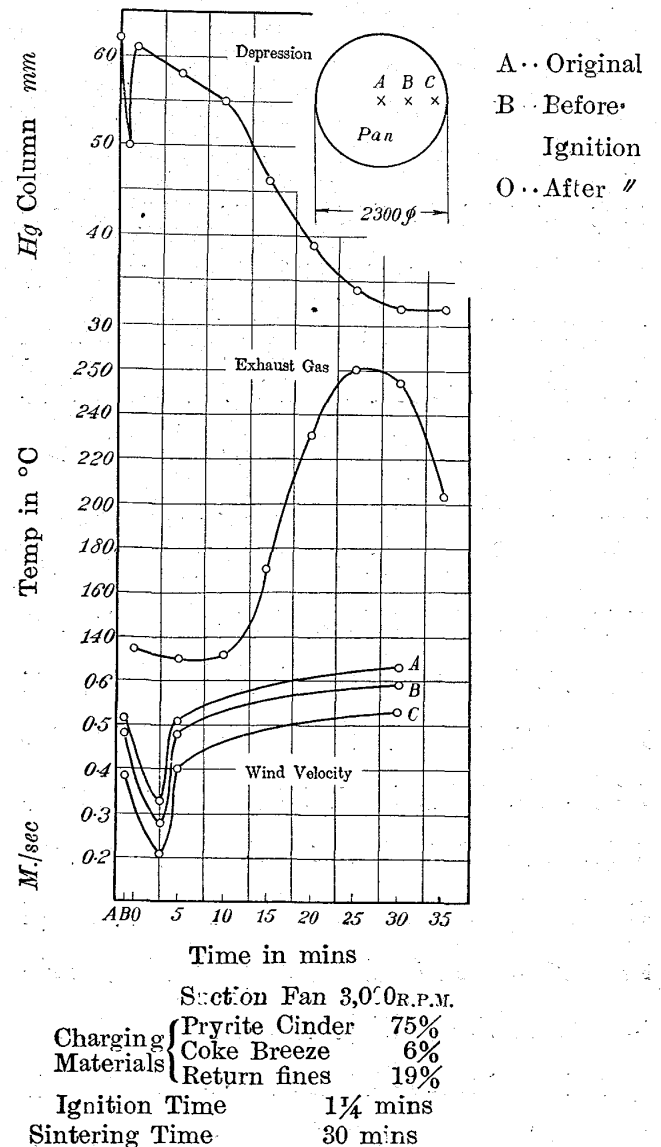
| 使用部所別 | 一交代人員 |
|----------------------|----------|
| サクシヨンフワン(3) 空氣壓搾機(1) | 2 (1名豫備) |
| 7.5噸起重機 | 1 |
| 轉覆裝置 | 1 |
| ミキサー、Dベルトコンベヤ | 1 |
| チャージングカー | 1 |
| 破碎機、直立エレベーター | 1 |
| パン點火裝置 | 3 |
| 受鑛車、返粉運搬 | 2 |
| 原料運搬 | 6 |
| チャレンヂーファイダー、Cベルトコンベヤ | 1 |
| 責任者 | 1 |
| 雜役 | 2 |
| 計 | 22 |
| 三交代 | 66 |

5. 燒結作用の概略

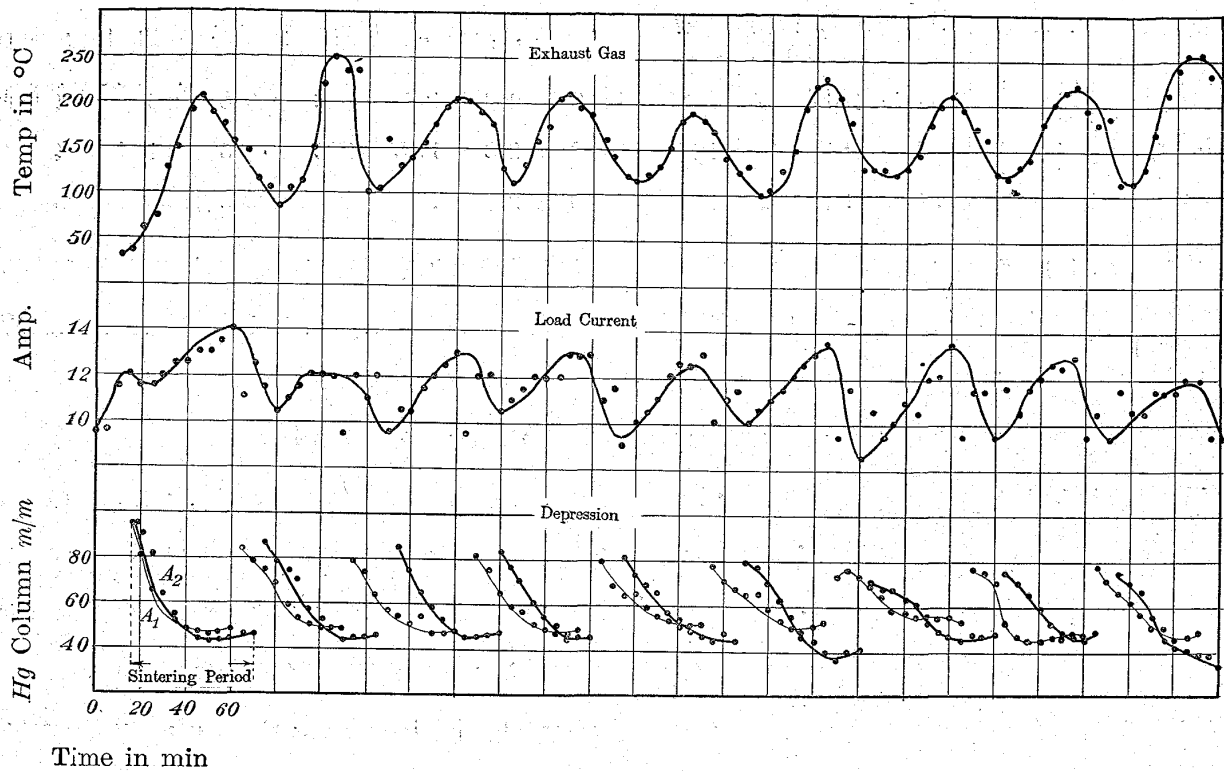
(A) 排出瓦斯の溫度、負壓、装入物の表面に於

ける風速の變化狀態 燒結作用中に於ける排出瓦斯の溫度、負壓又はパンの表面より下方に吸引される通風の速度或はサクシヨンフワンの負荷電流等の變化に關しては點火前後に於ける操業の如何

第7圖 排出瓦斯溫度、負壓、風速變化曲線圖



第 8 圖 排出瓦斯溫度、負荷電流、負壓變化曲線圖



に依つて必ずしも一定ではないが、今其一例に就て説明すれば先づフワンが 3,000 R. P. M. の場合では第 7 圖、第 8 圖に示す様に負壓は點火直後より大體 20~30 分許りで殆んど一定の壓力迄降下し其以後は格別變化を認め難い。即ち、斯様な状態となればパン内の着火層は既に下部の Grate 面迄到達しこれ以後はパン内の燒結物が主として外氣の吸引に依つて冷却收縮の現象を生じて來る、然しサクシヨンフワンの出口に於ける排出瓦斯の溫度は測定の結果から見ると點火後約 10~15 分の間は連続的に遞下し其以後は急激に上昇し初める様である。而して負壓が略一定するに至れば排氣溫度は略最高點に達し以後漸次降下の経路を辿つて居る、排氣瓦斯の溫度が點火直後に於て一時的降下の主因は装入物の表面より導入される外氣が新たに點火を終つたパン内の着火層を通過し前回の作業中相當加熱されて居る、チエン

バー・サクシヨンパイプ及びフワン内等を通過するに當つて排出瓦斯の有する熱を奪はれ或は装入物中の濕分の乾燥等に基因するが故であつてウインドボックス内より排出される瓦斯は事實上時間の経過と共に極めて緩慢乍らも溫度の上昇を見るのが當然である。装入物の持つて居る濕分が乾燥の進行につれて漸次着火層の厚さを擴大するに至らは急速的に排出瓦斯の溫度を上昇するものと思惟されるのである。以上の現象は嘗て筆者等がダウンドラフトに依り數種の粉鐵鑛、砂鐵等に就き實地燒結試験を行つた場合でも同様の結果を認めて居る。(昭和 2 年 11 月製鐵所研究所著者報告第 29 號参照) 恐らくこの現象は一般この方式による燒結法では何處でも認められて居ることであらう。即ち實地連續作業時に於て斯様な現象を生ずるのはつまりパンよりサクシヨンフワンの排出口部に至る迄の各部の加熱溫度と着火後に於ける

排出瓦斯の有つて居る温度との相殺的結果と見るのが至當と思はれる。従つて着火後の温度降下期間が短時間に温度を上昇するもの程燒結作用の進行状態から考へると作用が顯著であると云うことが出来る、又パンをパン臺に乗せる場合即ちフワンが無負荷の状態から急に負荷の状態に至る際には急激に負壓を遞下して来る。これが原因は装入物の表面より吸引される外氣が下方に吸引される、結果に外ならず、装入物の粒度或は混合原料中の含有水分装入加減等によつて著しい相違があるのである、而して點火し初むれば僅に 1~2 分の短時間にて再び負壓を増加し殆んど無負荷の状態に接近する。此の理由は點火に依つて装入物の表面より 20~30mm の附近迄着火層を生じ装入物が加熱軟化し初め一面に於てはパン内の装入物が下方吸引作用を受けてパン内の装入物全體が下方に壓下せらるるが如き状態となりて通氣作用を一層阻害するためであると考へる。特にパンが常温の状態にある場合其の中の装入物に點火する際は連續作業時即ちパンが相當温度に加熱されて居る時に燒結終了時は 10~15mm (水銀柱) 負壓が高いのである。これが主因は次の様に考へて居る、即ちパンのフレーム若しくはグレートバー自體が加熱せる場合はこれに接觸する装入物中の濕分が驅逐され通氣作用が全體として容易になるからである。従つて斯様な場合は一體に排出瓦斯の温度は上昇し難いのを通則として居る。又フワンの廻轉數を半減 (1,500R. P. M.) する時は無負荷の状態に於て負壓は實測の結果から見ると前者の約 1/4 に遞下して居る。従つて排出瓦斯の温度降下の期間も著しく延長され温度の上昇を見る迄には少くとも 50~60 分を要し排出瓦斯の温度は全體に前

者の場合より低下するのが普通である。

次に負荷電流の状態は第 8 圖に示す如く略排出瓦斯の温度に正比例して増減する場合が順調作業の時である。又負壓はこれと全く反對の現象を呈して居る。これはパンの表面に於て下方に吸引される外氣の風速は負壓と全く反比例的的關係であるからである。理想としてはパンの全表面より吸引される外氣の速度は均一を望むのであるが、種々の状況に支配されて實測の結果はパンの中心部が最も風速大でパンフレームの内側に於て最も小である。この點に就いては尙將來原料の種類、粒度、含有水分、装入状況點火状態其他に就て慎重なる研究の餘地を存するものと考へて居る。

(B) 排出瓦斯の化學成分 前述の如く燒結用原料は多種に上り且つ配合割合も原料の關係上常に一定でないから作業中に發生する排出瓦斯の化學成分も亦不絶相異がある。今其一例に就いて述べて見ると次の通りである。

紫鑛を主原料とし添加燃料として下等粉骸炭並に鑛爐瓦斯灰を使用し、此外に若干の返粉を混和して燒結せしむる場合に生ずる排出瓦斯を煙突の基礎より約 1.5M 前の煙道マンホール附近に於て採集した場合の分析結果は次の様である。

第 7 表は昭和 5 年 3 月乃至 7 月に至る 5 ヶ月間前後各 10 回に亘る測定結果の平均を示すもので表中 CO_2 、 O_2 、 CO はヘンペル氏瓦斯分析装置に依り SO_2 、 Cl_2 は何れも重量分析の結果より算出した結果である。

本測定結果によれば排出瓦斯中の SO_2 瓦斯は平均 0.17% 内外にして硫化鑛處理の場合に比較すれば殆んど問題とする程でない。又クロール分は平均 0.0004~0.0034 内外で以上は大部分煙突

第 7 表 排出瓦斯の化學成分

| 試驗 番號 | 測定當時に於ける | | 瓦斯分析(%) | | | | 排出瓦斯中の(%) | | 原料配合割合(%) | | | |
|----------|----------|----------|-----------------|----------------|-----|----------------|-----------------|-----------------|-----------|-----|-----|-----|
| | 氣壓 mm | 溫度 °C | CO ₂ | O ₂ | CO | N ₂ | SO ₂ | Cl ₂ | 紫鑛 | 返粉鑛 | 粉骸炭 | 瓦斯灰 |
| A | 766.4 | 20.5 | 4.5 | 15.4 | 0.5 | 79.6 | 0.1661 | 0.0004 | 75 | 13 | 7 | 5 |
| B | 764.5 | 23.2 | 3.3 | 16.4 | 0.6 | 79.7 | 0.1753 | 0.0034 | 72 | 15 | 5 | 8 |

より逃出するのであるから直接其影響は重大視する程でもないと考えて居る。

6. 燒結鑛に就いて

(A) 燒結鑛の品位 燒結に供せらるる原料の種類、數量は時々變化があるから塊成鑛の品位も常に多少の不同があるが、昭和4年10月に當工場の燒結作業を開始して以來各月平均作業分析の結果より見る時は大體第8表の通りである。又我製鐵所鑛鑛爐使用各原料鐵鑛石の各年度平均化學分析(昭和2~4年に3ヶ年間の平均)と比較する時は第9表の如く含鐵分に於ては殷栗、載

寧褐鐵鑛、桃中、利原、安岳、各赤鐵鑛よりも優秀で略大冶、象鼻山赤鐵鑛に近値である。就中酸化鐵分の點より見るときは FeO は他の何れの鐵鑛石よりも著しく多量で尙若干の金屬鐵分をも含有してゐる。即ち本燒結鑛は所謂還元燒結の作用を受けて著しく變質して居るのであるが、炭素質燃料の添加量並に混合原料中の含有水分の多少に依つて化學成分上に極めて相異のあるは勿論の事である。SiO₂ 量は略殷栗、載寧、褐鐵鑛に準じて居るが桃沖、利原、安岳、赤鐵鑛に比すれば稍少い感がする。殊に硫酸滓を主原料とする場合

8 表 燒結鑛の平均化學成分

| 年度別 | 成分 | T.Fe | M.Fe | FeO | Fe ₂ O ₃ | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | S | Cu |
|-------|---------------------|-------|------|-------|--------------------------------|------------------|--------------------------------|-------|-------|
| 昭和4年度 | 自昭和4年10月 至昭和5年3月 | 58.40 | 0.51 | 26.34 | 52.98 | 12.00 | 1.80 | 0.054 | 0.166 |
| 昭和5年度 | 自昭和5年4月 至昭和6年3月 | 58.85 | 0.78 | 21.89 | 54.62 | 10.43 | 2.56 | 0.061 | 0.156 |
| 昭和6年度 | 自昭和6年4月 至昭和6年8月 | 58.91 | 0.76 | 22.11 | 58.58 | 9.20 | 2.83 | 0.097 | 0.157 |
| 全平均 | | 58.73 | 0.68 | 23.45 | 55.39 | 10.54 | 2.40 | 0.071 | 0.160 |

第 9 表 普通鐵鑛石と燒結鑛との化學成分比較

| 鑛種 | 成分 | T.Fe | M.Fe | FeO | Fe ₂ O ₃ | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | CaO | MnO | MgO | S | P | Cu | 備考 |
|--------|----|-------|------|-------|--------------------------------|------------------|--------------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|-------------------|
| 殷栗(褐) | | 51.01 | — | 0.17 | 72.24 | 10.57 | 1.18 | 0.24 | 2.45 | 0.71 | 0.004 | 0.054 | 0.006 | |
| 載寧(褐) | | 51.57 | — | 0.38 | 73.77 | 12.39 | 0.86 | 0.18 | 1.20 | 0.30 | 0.007 | 0.054 | 0.005 | |
| 上坡(赤) | | 63.85 | — | 1.43 | 89.72 | 2.03 | 2.60 | 0.21 | 0.19 | 0.30 | 0.025 | 0.163 | 0.023 | |
| 大冶(赤) | | 59.54 | — | 6.38 | 78.05 | 7.03 | 1.21 | 0.38 | 0.30 | 0.58 | 0.377 | 0.071 | 0.299 | |
| 象鼻山(赤) | | 60.72 | — | 2.37 | 84.51 | 5.20 | 1.36 | 0.28 | 0.27 | 0.32 | 0.041 | 0.109 | 0.099 | |
| 桃沖(赤) | | 54.15 | — | 3.32 | 73.45 | 17.68 | 0.90 | 0.94 | 0.20 | 0.21 | 0.022 | 0.193 | 0.017 | |
| 利原(赤) | | 53.32 | — | 1.80 | 73.24 | 19.41 | 1.18 | 0.31 | 0.16 | 0.32 | 0.008 | 0.117 | 0.007 | |
| 安岳(赤) | | 47.69 | — | 5.55 | 62.31 | 23.22 | 1.44 | 1.37 | 0.17 | 0.50 | 1.421 | 0.029 | 0.011 | |
| 燒結鑛(A) | | 58.72 | 0.68 | 23.45 | 55.39 | 10.54 | 2.40 | | | | 0.071 | | 0.160 | 昭和4年10月より同6年8月迄平均 |
| " (B) | | 58.23 | 0.52 | 26.16 | 53.45 | 12.24 | 3.56 | 1.78 | 0.06 | 1.01 | 0.050 | 0.010 | 0.220 | 紫鑛を主原料とす |
| " (C) | | 62.85 | 0.28 | 17.97 | 69.88 | 5.42 | 4.43 | | | | 0.025 | | 0.208 | 硫酸滓を主原料とす |

第 10 表 配合原料と燒結鑛との化學成分比較の一例

| 成分 種別 | % | T.Fe | M.Fe | FeO | Fe ₂ O ₃ | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | CaO | MgO | MnO | P | S | C | Cu |
|----------|-----|--------|-------|--------|--------------------------------|------------------|--------------------------------|--------|--------|------|---------|---------|---------|--------|
| 紫鑛 | 71 | 40.00 | — | 0.48 | 56.40 | 7.75 | 1.56 | 1.73 | 0.63 | 0.02 | 0.010 | 0.850 | 0.140 | 0.16 |
| 返粉鑛 | 16 | 8.60 | — | 0.80 | 11.40 | 1.84 | 0.94 | 0.48 | 0.18 | 0.02 | 0.001 | 0.097 | 0.098 | 0.04 |
| 粉骸炭 | 10 | 0.18 | — | — | 0.26 | 1.18 | 0.59 | 0.12 | 0.04 | — | 0.002 | 0.002 | 7.360 | — |
| 瓦斯灰 | 3 | 0.34 | — | — | 0.49 | 0.25 | 0.15 | 0.15 | 0.03 | 0.02 | 0.001 | 0.020 | 1.620 | 0.0001 |
| 混合鑛 | 100 | 49.02 | — | 1.23 | 68.55 | 11.02 | 3.24 | 2.48 | 0.88 | 0.06 | 0.014 | 0.951 | 9.218 | 0.2001 |
| 燒結鑛 | | 58.23 | 0.52 | 26.16 | 53.45 | 12.24 | 3.56 | 1.78 | 1.01 | 0.06 | 0.010 | 0.050 | 0.080 | 0.220 |
| 差 | | + 9.21 | +0.52 | +24.88 | -15.10 | + 1.22 | +0.32 | - 0.70 | + 0.13 | 0 | - 0.004 | - 0.901 | - 9.138 | +0.02 |
| 増減率(%) | | +18.8% | | ×19.4倍 | -22.0% | +11.1% | +9.9% | -28.2% | +14.8% | 0 | -28.5% | -95.0% | -99.2% | +10.0% |

は著しく僅少である。硫黄分含有量は大冶、安岳に比すれば極めて微量である、以上の如く本燒結鑛は大體に於て化學成分上より見るも他の普通鐵鑛石と何等遜色なく寧ろ優秀と云うことが出来ると思ふ。將來燒結作業法の改善或はこれに従事する者の努力と相俟つて鑛鑛爐装入原料として大いに其利用價値を期待して居る次第である。

(B) 配合原料と燒結鑛との化學成分比較 第 10 表は配合原料と燒結鑛との化學成分比較の一例を示したものである。但し配合割合は大體紫鑛 71%、返粉 16%、粉骸炭 10%、鑛鑛爐瓦斯灰 3%で燒結時間は 35 分而してエキゾストフワンの能力は廻轉數 3,000 R. P. M. 公稱負壓 87mm 重油點火時間は約 1 分で終つた場合である。

上表に於て特に目立つて相異せる點は混合鑛に比較して燒結鑛中の全鐵分は約 19% を増加し FeO は約 19 倍に達して居る従つて Fe₂O₃ は約 22% を遞減し S は殆んど 95% を減じ C は其大部分が完全に近く燃焼せる結果となつて居る。但し各原料燃料の分析結果は終始多少の不同あるものなれば増減歩合に於ても判然と其正確は期し難いのであるが略其の傾向を窺ふことが出来るのである。

(C) 鑛鑛爐に於ける燒結鑛使用狀況 昭和 4 年 10 月燒結作業開始以來製出せし燒結鑛は全部これを各鑛鑛爐に使用して居る。即ち當所第一鑛鑛課、第一鑛鑛爐(公稱 250 噸)に於ては昭和 5 年 2 月末より同年 12 月吹止迄約 12,400 噸、同第二

第 11 表 鑛鑛爐に於ける燒結鑛使用狀況

| 昭和 年月 | 本所第一鑛鑛爐 | | | 本所第二鑛鑛爐 | | | 昭和 年月 | 洞岡第一鑛鑛爐 | | |
|----------|------------|-------------|--------------|------------|-------------|--------------|--------------|------------|-------------|--------------|
| | 燒結鑛 噸 | 並鐵鑛石 噸 | 燒結鑛/鐵鑛石 % | 燒結鑛 噸 | 並鐵鑛石 噸 | 燒結鑛/鐵鑛石 % | | 燒結鑛 噸 | 並鐵鑛石 噸 | 燒結鑛/鐵鑛石 % |
| 4 11 | | | | 521.700 | 5,352.200 | 9.8 | 5 11 | 1,921.900 | 14,253.400 | 13.5 |
| " 12 | | | | 931.400 | 9,614.600 | 9.7 | " 12 | 3,369.600 | 23,996.900 | 14.1 |
| 5 1 | | | | 1,620.700 | 8,335.700 | 19.4 | 6 1 | 4,622.600 | 25,209.100 | 18.3 |
| " 2 | 49.500 | 818.500 | 6.0 | 1,978.600 | 7,576.400 | 26.2 | " 2 | 4,114.400 | 25,499.800 | 16.1 |
| " 3 | 92.000 | 13,768.000 | 0.6 | 3,180.800 | 7,845.200 | 40.5 | " 3 | 5,508.500 | 26,989.700 | 20.4 |
| " 4 | 0 | 12,400.000 | 0 | 3,320.500 | 7,439.300 | 44.6 | " 4 | 3,651.600 | 26,475.100 | 13.8 |
| " 5 | 147.300 | 14,053.400 | 1.0 | 2,585.700 | 7,566.300 | 34.1 | " 5 | 3,894.500 | 26,288.400 | 14.8 |
| " 6 | 1,603.000 | 12,125.100 | 13.0 | 1,601.500 | 9,084.900 | 17.7 | " 6 | 3,657.400 | 25,120.800 | 14.5 |
| " 7 | 1,877.600 | 12,752.200 | 14.7 | 1,106.400 | 10,553.600 | 10.5 | " 7 | 3,734.200 | 24,952.900 | 15.8 |
| " 8 | 2,105.000 | 12,894.500 | 16.0 | 1,064.400 | 10,591.400 | 10.0 | " 8 | 3,806.000 | 22,806.300 | 16.7 |
| " 9 | 1,968.000 | 14,002.900 | 14.0 | 727.700 | 10,529.300 | 6.9 | " 9 | 4,174.000 | 21,173.900 | 19.7 |
| " 10 | 2,467.400 | 12,859.100 | 19.1 | 2,202.200 | 11,032.600 | 20.0 | 累計 | 42,454.700 | 262,766.300 | 16.2 |
| " 11 | 1,547.500 | 15,242.800 | 10.1 | 1,062.600 | 11,933.300 | 8.9 | 以後引續き燒結鑛を装入中 | | | |
| " 12 | 575.070 | 10,526.630 | 5.5 | 90.000 | 1,450.000 | 6.2 | | | | |
| 合計 | 12,432.370 | 131,448.130 | 9.5 | 21,994.200 | 113,904.800 | 18.5 | | | | |

以後作業中止のため装入せず

銻鑛爐(公稱能力 250 噸)に於ては昭和 4 年 11 月中旬以來同 5 年 12 月初旬吹止迄約 22,000 噸を裝入して居る。而して其後は引き續き洞岡埋築地新設第二銻鑛課第一銻鑛爐(公稱能力 500 噸)に於て昭和 5 年 11 月中旬より今日迄全部本爐に使用中である。而して本年 9 月末迄の裝入高は約 42,500 噸に達し最近に於ては毎月約 4,000 乃至 5,000 噸を裝入して居る。

第 11 表は上述各銻鑛爐に於ける月別裝入燒結鑛と普通鑛石裝入高との比較を示したもので既往の實績に徴すと第一銻鑛課所屬第二高爐に於て昭和 5 年 4 月中、普通鐵鑛石に對して燒結鑛裝入高 44.6% に達したのが最高記録となつて居る。銻鑛爐に於ける燒結鑛使用の結果に就ては後日に讓る事とす。

7. 燒結作業上に及ぼす水分の效果

從來各所の粉鑛燒結作業を見るに配合原料に對しては豫め若干の濕度を與へ良く混和した後燒結を行ふのが一般の慣例の様である。然し特別の場合には別問題として一般に原料粉鑛並に燃料中に含有する濕分以外に混合装置或は燒結装置に入る前更に適量の水分を添加するのが普通である。以上の操作は單に粉鐵鑛の燒結操作許りではなくして銅鉛の粉鑛處理或はセメント、煉瓦碎石等の製造工程に於ても相當考慮されて居る問題である。然し粉鐵鑛の燒結作業に於て混合原料中の濕度即ちこれに含有する水分をどの程度に加減すべきであるかといふに、これは配合原料の種類、化學成分、粒度又は燒結設備作業方針等に依つて大いに相異なることなれば、確定的に含有率を決定すると云ふことは恐らく不可能と考へる。即ち其場合の状況を充分考察した上で適當の調節を行ふより良策

はないのではあるまいかと思ふのである。

今日迄粉鑛燒結に關しては内外共に多數の文献を發表されて居るけれども著者の知る範圍内では實地作業に立脚してこの問題に付いに深く論ぜられて居るものは極めて尠い。

著者は過去 10 數年來粉鑛處理の問題に關係して居るが、此問題は燒結作業上に直接間接に極めて重要視すべき事柄であると考へて居るのである。殊に下方吸氣式燒結操作に於ては後に述ぶる如く燒結作業上必須なる諸條件が略一定とするならば常に變動甚しき原料中の濕分といふ問題は其調節如何に依つて全燒結作業能率を支配するに至るものではないかと思ふ。

以下數項に亘りて開陳する所は現場作業中に於ける考察であつて元より實驗室的のものではないが、幸ひにして讀者諸先輩の御批判と御示教とによつて將來に於ける粉鑛處理問題の研究に對して多少なりとも益する所ともなるならば著者が望外の光榮である。

實地作業上に於て混合せられたる配合物中に適當なる水分を含有して居る場合如何なる方面に其效果がある哉に就いて大體次の 3 項に大別して考察して見度いと思ふ。

- A……原料の取扱ひ上に及ぼす影響
- B……燒結作用上に及ぼす影響
- C……塊成鑛の品質上に及ぼす影響

A. 原料の取扱ひ上に及ぼす影響

- (1). 原料の飛散洩出に依る損失を未然に防止し得
- (2). 團鑛製作に際し成型容易且つ破壊し難い事

以上各項に就ては粉鑛處理の場合許りでなく煉

互製作或は各種粉末物の取扱いの際衆知の事實であるから今更説明を加へる迄もないと思ふ。

(3). 運搬装置の傾斜度を増加せしむ 一般に粉鑛は塊鑛に比較して可成り傾斜の急角度の運搬装置でも落下或は漏出の心配なく運搬の目的を達し得る利益がある。然し尙これに適量の濕度を與へる場合は一層傾斜度を高め得る可能性がある。即ちこれを一面より考察すると一般の粉鑛處理に於ては普通塊鑛處理の場合よりも Bin, Hopper, Chute 等の角度は相當急角度が必要であることになる。故に工場の建設に當りては特に此點を考慮せねばならぬと思ふ。即ち急角度でも運搬可能であるから Belt conveyor の如き装置で一定の高所に粉末物を運搬するとしてもベルトの長さは餘程短縮し得ると同時にこれに必要な組立構材を節減し得ることが出來、且つ短距離で同一の目的を達成し得る利益があるのみならず同一平面積に對する高さを増加し得るために其許容量を増加させ工場建設に際しては敷地の縮少或は建設費の節減を計り得る、從來 Belt conveyor 装置では Belt の廣狹に關はらず一般に傾斜角度は 12~20 度程度を多く採用して居る所が多い様であるけれども原鑛が細粒で而も相當比重の大なる粉鑛の場合に於ては水分の含有程度に依つて一層斜角を増加せしめ得るのである。

現に我工場の例について其例を見れば原料貯鑛槽の斜角は 50° となつて居るが未だこれでは完全でない。

實測の結果に依ると紫鑛、粉骸炭、返粉の 3 種混合物に對して含水分(濕度) 15% を附與せる場合に Belt conveyor の先端より貯鑛槽に落下堆積して生ずる自然堆積物の角度は平均 47.5° に

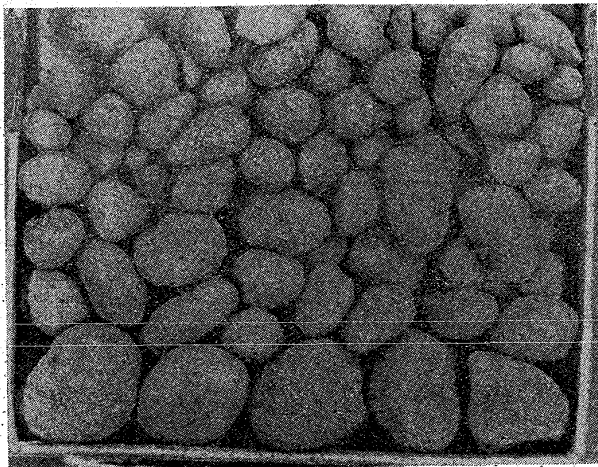
達して居り又水分 20% 内外を含む紫鑛を 10 數米の高さより地上に落下せしめて生ずる圓錐形堆積物の角度は平均 40~42° 度である。又可搬式の Belt conveyor を使用して傾斜角度を漸次増大せしめ實測せし結果に依ると傾斜度 35° に至るも紫鑛は何等異狀なく運び得るのである。(Belt の speed は 67.2M. width 18") 但し Speed 並に輸送鑛量の調節に依りては尙一層角度を増加し得る見込である。以上各種の實測結果より考察するに粉鑛燒結装置に設くる此等運搬系統中の諸設備に對する角度の問題は將來共相當考察すべき問題で、其適否は直接作業能率に多大の影響を及ぼすものである。

(B) 燒結作用上に及ぼす影響

(1). 原料の粒度を増大せしめ得 此問題に就いてはこれまで燒結作業に直接従事して居る者でさへも餘り注意されて居ない様に思はれる。然し實地作業上に於ては相當考慮すべき問題ではないかと思ふ即ち我製鐵所の實例に就いて見れば現在使用して居る各種原料燃料は前述の如く比較的微粒状のものが主であるが、先づ混和装置で攪拌する際に原料中の含有水分以外に若干の水分を人為的に注加する場合はこれを注意して見ると混和機に入る前後に於て明かに粗粒状に變じ、而も氣孔度に富める混合物を得らるゝのである。この傾向は原料が微粒状で而も吸氣性に富み若干粘着性を持つて居る脈石分の多いもの程著しい様である。斯様な現象は一面粉鑛燒結作業上では極めて望ましい問題で特に選鑛作業が漸次貧鑛處理に向つて發展しつつある現状に鑑みる時は、100mesh 或は 200mesh 以下の如き微粒状の Concentrate を其燒結作業に供すといふことは各工程に於て諸種の

困難を伴ふ原因となるは明かで殊に焼結作業時に於ける通風の問題に關しては水分の如何に影響する所又甚大なるものがある。水分添加による粒度増大に關する卑近の一例を掲げて見ると小麥粉を練合する際に最初少量の水分を注加して攪拌する時は必ず無數の球狀物を生じ、粗鬆のものを得られるのであるが。これに尙若干の水分を注加し或界限を越ゆる場合は遂に泥狀に變じ固形を全く失ふに至るのである。以上の事實はこの問題を説明する上に最も都合のよい例であつて紫鑛の如く比較的細粒狀を呈し、而も水分に對しては若干粘稠性を呈するものに在りては此傾向が極めて容易である。従來粉狀鑛石の焼結作業の場合に點火後に通風が漸次不良に陥入り、これがため装入物の表面に於ける不點火層を生じ均一吸氣を望み難いと云はれて居るのは全く混合原料中の水分の如何に影響する所が尠なからぬのではないかと思ふ。第9圖の寫眞圖は豫め露天下に貯藏したる塊狀硫酸滓(水分20%内外を含めり)を Symon's Cone Crusher にて 1/8 吋篩通過の程度に破碎したものを粉骸炭、返粉と適量に混合し若干の水分を注

第9圖 粒度増大の特例 ×%



加混和せし球狀物 (nodule form) を示し明かに上述の説明を證明することが出来る。

(2) 配合原料を完全に混和し得 焼結作業上各種の原料燃料を均一に混合し均調な濕度を併有させるといふことは、これ又極めて緊要な事である。然し實地作業の場合に配合せんとする原料燃料といふものは兩者を合して數種に上ること敢て珍しくなく、殊に各独自の粒度と比重とをもつて居るので、これを均等に混合すると云ふ問題は事實上相當困難を感ずるのである。即ち原料燃料に水分を含有して居ない場合では例へ均一に混和させんとしても各粒は互に離散し相互間の接着又は膠着度は著しく削減されるのである、かゝる場合にこれに適量の水分があると各粒子は水分の吸収又は附着に依つて各自重を増加し且つ粒子間の密着度を助長し且つ又添加水分の表面張力と相俟つて例へ比重の軽い微粒狀粉骸炭或は瓦斯灰の様なものでも完全に粉鑛粒子の周圍に附着し、混合機の廻轉と共にこれ等は漸次粗粒狀に變ぜしむることが出来るので混合原料は水分を附與せぬ場合に比較すると全體としての密度は小となり混合が均一となるので、焼結する場合には通氣作用が容易となり、點火の均調を完全に行ふ事が出来る。特に配合原料中に粗粒を混在して居る場合には水分の添加のために著しく混合を順調にすることが出来る。又微粒狀の粉鑛を處理する場合例へば破碎鑛石又はセメント燒塊製造の如く焼結物の化學成分の一定を要する場合等に於いては水分の有無は其影響が決して僅少ではない。

(3) 點火に際して装入物の表面に高熱を與へ得るパン又はパレットの様な容器に装入した混合鑛の表面を下方吸氣式焼結法に依つて點火する場合

に装入物中に水分を含有して居る時は、其水分の蒸發に要する熱量は點火用瓦斯液體燃料或は装入物中の炭素質燃料等が結局損失となるのではないかと云う様な疑問が必ず直接念頭に浮んで來るが然し水分が、適量混入して居る場合には事實上はこれと全く反對で表面より完全に點火し最初重油又は他の適當なる火焰にて僅かに點火時間が1~2分でも表面から20~30mmの鑛層迄もよく高熱を得られる。この結果として燒結完了後に於てはパン全體の装入物が完全なる一つの塊成鑛となり表面に於ける不燒結部即ち返粉となるべきものは著しく減少して來る。従つて装入物の炭素質燃料量は著しく節減し得られ短時間で點火を完了せしめ得る利益がある。今此を實際作業時に就て考察すると水分が混入して居ない場合若くは極めて少量の場合ではパン内の装入物を通して行はれる、吸氣作用といふものは鑛層の密度が非常に大きいために點火前に於ても局部的に吸氣の不同が生じて装入物全體が下方に壓下さるゝ現象は益々甚だしく負壓は頗る上昇して來る、而も點火後に於ては通氣不良に原因する所謂膠着層を鑛層中に生成し易く燒結作用の進行を著しく阻害して塊成鑛の歩留りは極度に遞減するに至る、即ち鑛層中に混在する水分は鑛層密度の調節に役立つのみならず、燒結層の移下状態を調節し得る働きがあるのである。故に例へば外部的に高熱を與へんとしても水分が不足の場合は徒に其高熱を下層に散逸せしめ局部的に熱を集中せしむる事は甚だ困難となる。實地作業時に於いて水分が適當の場合は上層より堅實なる燒結塊を得らるゝに反し水分不足の場合は上層の装入物は殆んど返粉となり、所謂不燒結部或は受熱不良に基因して脆弱なる燒結塊を

生成し表面より數10mmの鑛層部に於て漸く堅き燒結層を見ることがあるのは操業不良の際時々遭遇する所である。但し以上の現象は水分の適不適量に關する許りでなく混入炭素質燃料量並に其發熱量、原料の粒度、装入加減等の如何に依つて其影響甚大なるは勿論の事である。

今一例を掲げてこれを説明すると吾人が卷煙草を喫煙する際若し吸煙激しき時或は點火不均一又は煙草中に纖維等を混入する場合には屢片減りして均一に點火が出來難くなる。かゝる場合にこの部分の包裝紙の周圍を適度に濕せば燒失は均一となり、紙片が全く乾燥しない間は決して煙草の燃燒が不均一に進行しないと全く同理である、又鍛冶場のホドに於て熾熱石炭或はコークス、木炭等の周圍に水を撒布する時は外周に擴大せんとする着火の現象を防止し熱を局部的に集中せしめ得るのは其適例で衆知の事實である。

(4) 炭素質燃料の燃燒速度並に燒結溫度を調節し得 装入物の配合、装入加減其他燒結を行ふ以前の處理法が大體一定のものとするならば、前述第3項の理由に依つて装入物中の含有水分の如何は直接其結果として燒結作用の進行速度を自ら調節し得るは首肯し得らるゝ筈にして且つ又燃燒速度の遲速に依つて炭素質燃料又は硫化物等の酸化發熱に依る發生熱量を装入物に與ふる狀況も自由に加減し得らるゝのである。即ち下方吸氣式燒結法に於て最も注意すべきは、加熱溫度並に燃燒速度(炭素質燃料の燃燒に依つて生ずる高熱層の移下速度)即ち装入物の各鑛層に於て燒結に付せらるゝ溫度に保定せしむる時間をどの程度に行ふかにあると思ふ。然し硫化鑛を多量に含有して居る浮選銅鑛或は優先浮游鉛鑛の燒結に於ける如く

原料自體が極めて微細で而もセルフパーニングに對して役立つ硫化物の含有量が相當ある場合には装入物の點火は案外容易で、而も添加燃料に就いては比較的問題視する程でもないが、當所の如く硫酸滓、紫鑛中の残留硫黃分が僅少で主として硫酸鹽の形で介在して居る場合には實際上熱源としては餘り其効果はない。さればこれに加ふる炭素質燃料の品位、粒度、配合割合等は實に燒結結果に對して直接重大なる影響を及ぼすのである。即ち鑛層の各部が吸引さるゝ外氣に依つて着火發熱しこのために装入物が加熱せらるゝ時間といふものが實際上極めて短時間にて終了せしめる。本燒結法に在りては燒結の萬全を期するがため少くとも主原料自體の熔融近くの加熱溫度を必要とし而もこの溫度に曝露する時間の適否に依つて其成果を決し得るものと堅く信ずる者である。但し可溶性鑛滓を作り易きものを多量に混ずる場合はこの限りでない。即ち從來燒結原料中に混入する炭素質燃料に就ては出來得る限り粒度の小なるものを尊び、少くとも其粒度は $1/8''$ 以下とすべきであると提唱されて居る所もある様であるが、上述の如く 燃燒溫度(即ち装入物の加熱せらるゝ溫度)並に装入物が最高溫度に加熱保定せらるゝ時間の兩者より考ふる時は單に此等の粒度のみに依つて燒結の良否を決せらるゝものではなく實に作業中に於ける負壓の狀況パシの深さ、原料の種類品位、粒度等に依つて決定せらるべきものと思惟するのである。故に燃料の粒度の細粒なるを尊びたるは點火容易混和の均等の點を餘り重大視して居るのではないかと思はれるのである。燃料の有する發熱量が如何に大であつても細粒のものは粗粒に比して所謂「火持ち」が永くないため結局熱的效果

が少い譯となる。されば作業上支障を起さない限りなるべく炭素質燃料は適度の粗粒を用ひ同時に装入物中の水分の調節によつて加熱溫度、燃燒速度を調定するは作業を完全に遂行させる上から大いに研究の必要があるのではないかと思はれるのである。

(5) 混入炭素質燃料を完全に燃燒せしめ得 從來燒結原料に添加される燃料は其種類も各所で相異して居るが、粉骸炭 (Coke Breeze) 無煙粉骸 (Anthracite fines) 鎔鑛爐瓦斯灰 (B. F. Flue Dust) 等は其主なるものゝ様である。而して此等の粒度も絶對的でなく常に不同があり勝で、粗粒状のものを混ずる事も敢て珍しくない。我製鐵所の例に就いて見るに當所の下等粉骸炭と稱して居るのは大體 3 分目 (約 8mm) の圓筒篩を通過せしものであるが、時にこれ以上の粗粒を混入することがある。然し斯様な場合は今日迄配合量及び水分等の調節を行ひ多少不同はあつても其儘使用して居る。然し粗粒骸炭を混ずる程混合原料中の炭素質燃料は混合の均齊を缺ぐに至り、而も點火に際しては初めの間は如何にも完全に點火して居る如く見へても點火終了後次第に消火し完全に着火し難いか若くは粗粒粉骸炭の表面のみが燃燒し内部迄充分灰火せず其儘残つて居る。これは燃料經濟の點から考へても餘り感心したことはない。即ち原料に對する燃料といふものは單に其配合量のみに依つて其熱的效果を望み得るといふ譯のものでなくて、其粒度如何に依つて其効果は著しい相異を生ずるのである。然し斯の如き場合に此等装入物中に適量の水分を添加する時は上述の不利を緩和し例へ粗粒状のものでも鑛層内の燃料を比較的完全に燃燒せしめ装入物に對する熱的效

果を助長せしめ得るのである。即ちこの理由は前掲第 3 第 4 項に於て説明せる如く装入物中の水分が蒸發しない間は決して下層の装入物中の炭素質燃料には點火し難いといふ事及び燃料の燃燒速度或は燒結溫度の調節に對しては或程度水分の含有量に依つてこれを調整し得る働きがあるからである。換言するならば同一粒度及び同一配合割合の燃料に對しては混入さるゝ水分の多少に依つて其熱的效果は適度に調節し得るのである。

(6) 火格子より装入物の落下を防止し得 最近下方吸氣式の燒結法では生産能力の増加に伴つて一般にパン或はパレットの容量が漸次擴大される傾向がある。これがため排氣扇風機も次第に出力の大なるものを歡迎され負壓は著しく高められて居る。

製鐵所ではパンの内徑 2,300mm、深さ 300mm に對し底面積を略 4.3 m^2 グレート相互間の間隙は 8mm 程度として居る。又底面積に對する吸氣間隙の總和は略 10:1 にして負壓は水柱 1,200 mm に達して居る。而して點火前に於ける装入物を満たせるパンの表面より導入さるゝ吸氣速度は毎秒 0.3~0.8 m 程度である、然しグレートバーは吸風に依る装入物の落下或は熱的燒損化學的腐蝕等の作用を受けて毀損の傾向が甚だしい、尤も最近耐酸耐熱性の材料を以てバーを製作せる所もあるが、何れにしても上述の傾向は本式の燒結装置では一般通用性であるから装入物が吸引落下のために燒結作用遂行上蒙る諸種の惡影響を防止するは作業能率發揮の點より充分考慮すべき事柄である。即ちグレート間隙の擴大によつて點火不均一吸氣作用不調に陥入り或は所謂『穴ホゲ』の現象によりて落下鑛量を増加し惹いて後述するが如

く機械的損傷の原因を生ずるに至る。然し適量の水分を混合原料中に含有せしむる場合は前述の如く原料粒子の粒度を増大し點火後に於て水分の蒸發に依り適當なる通氣路を生じ、パン全面より均一なる吸氣作用を營み得るので局部的に吸引し、グレートバーを通じて落下する鑛量を著しく減少せしめ順調なる燒結作用を遂行し得。殊に微粒原料程其效果の顯著なるは既往の實地作業時の經驗より立證し得らるゝ所である。連續作業中特にパンの内壁部或はグレートバーに接觸する装入物は此等各部の加熱によつて點火前既に乾燥状態となり一層吸引落下の傾向の著しい點は特記すべき事柄にして配合鑛中の適當なる水分の影響は實に本作業上默視し難い效果を奏する次第である。

(7) エキゾストフワンの機械的損傷を減じ得 燒結作業中最も重要なことはエキゾストフワンの能力の如何にある。即ちエキゾストフワンのケーシング或はブレードの毀損の結果として排氣能力を減殺し燒結作用の進行をして緩漫ならしめ、徒に燒結時間を延長し製出燒結鑛の歩留り若くは品質を低下し一面に於てはフワンの負荷激増に依つて消費電力を徒費し電動機に對しては過剩電流を通じ、遂にこれを燒損するに至らしむるが如きこれ皆フワンの毀損に原因するものと考へらる。

從來フワンの毀損の原因に關しては燒結作用中パン内に發生する亞硫酸瓦斯の腐蝕作用を主とするが如き説をなし又排出瓦斯中に混在するダストを捕集し加熱せる排出瓦斯を冷却し、以て熱的に基因するフワンの毀損を防止せんとしフワンに到る前方に於て排出瓦斯に撒水する等も試みられし所もあるが、後者の場合は發生亞硫酸瓦斯と水と

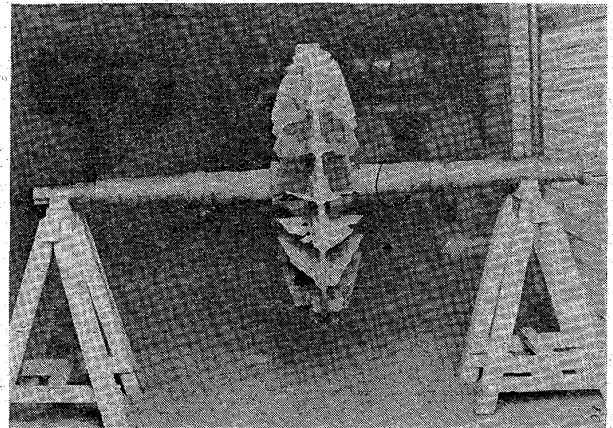
の作用に依つて稀薄なる酸性水溶液を生成し却つてファン各部の壽命短縮の原因を作つて居る。

我製鐵所に於てはパン臺の直下に設けたる除塵室(Concrete Chamber と稱す)にて大部分のダストを捕集し別に撒水する事なく高温度の排出瓦斯を其儘煙道に導びいて居るのである。然し負壓の大なる場合即ち排氣能力强き場合程排出瓦斯中のダストは除塵室に於て完全に捕集し盡されず煙道に吸引されるのである。これがためエキゾストファンのケーシングシャフト或はランナーの羽根に激突しこれら各部を損傷せしむる事が多い。就中グレートバーの毀損によつてグレート各部の間隙が増大される場合又は局部的吸風のため落下鑛量を増加するが如き場合は増々この傾向が甚しい。即ち此種ファンの毀損は主として化學的よりも寧ろ機械的に基因すると思惟されるのである。

過去の經驗に依ればグレートバーが漸次焼損し装入物の落下頻繁となるに至れば殊にランナーのブレードは意外に壽命を短縮するのが常である。排氣煙道中に粗粒鑛又は尖鋭なる焼結鑛の粗粒が煙道掃除の際堆積せるを認めらるゝに徴してもこれを實證し得る。前出第7乃至8圖の如く點火後に於ける負壓の變化狀況より考察すれば局部的に起る所謂「穴ホゲ」の現象は點火後概ね5分間以後に於て惹起すること多くこれ等は主として混合原料の装入加減、或は含有水分の多少、加熱温度の適否、グレート間隙の廣狹等に著しく影響される、即ちパンより落下吸引するダスト量を低減する爲の要素としては(グレート間隙

が適當の状態にある場合)専ら通氣作用の均等を要し又單位時間に對する装入物中の高温帶の移下速度を適度に調節せしめ鑛層中に通風困難なる粘結帶の生成を防止することが特に緊要であると信するのである。第10圖、第11圖、第12圖

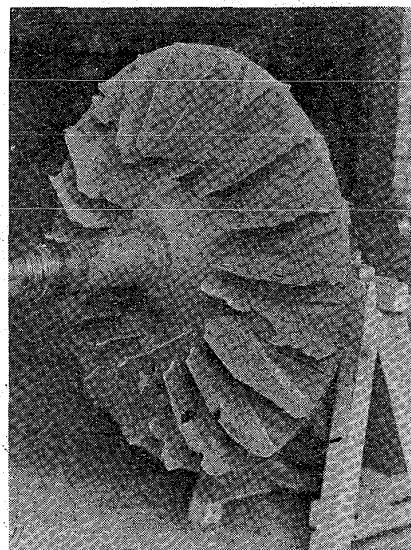
第10圖



D 號 Suction Fan 用 Runner の毀損狀態
運轉延時間 3,296 時間 19 分

自昭和 5 年 9 月 21 日至同 6 年 4 月 19 日

第11圖

第10圖 D₁ Blade の毀損狀態

第12圖

右の D₂ Blade の毀損狀態

の寫眞圖は同ファン用ランナー毀損の狀況の實例を示したものである、

(C) 塊成鑛の品質上に及ぼす影響 粉鐵鑛を燒結せしむる本來の目的は申す迄もなく粉狀より

塊狀に變せしめ、從來其使用を忌避され、又は顧みられざりしものを人爲的加工法に依つて優秀なる鑛製鍊用の原料に供するに在るは勿論であるが、更に一步進んで此等粉鐵鑛中に含有する有害成分を除去し容易に製鍊の目的を達成し得る優良なる諸性質に富めるものとなすに在りと考へるのである。即ち此の點より考ふれば優秀なる燒結鑛としては大體次の如き諸性質を具有することが緊要である。

物理的

- a. 氣孔率に富む塊狀となす 鑛鑪内に於て通風を良好ならしめ還元瓦斯に對する接觸面を廣くし且つ受熱面を擴大す。
- b. 耐壓力に富むものとなす 鑪内に於ける荷重に耐へ而も取扱ひの際破壊し難きものとなす

化學的

- a. 水分炭酸瓦斯の除去 鑛鑪内に於ける燃料の浪費を避く。
- b. 脫硫作用 銑鐵中に入るを防ぐ。
- c. 酸化作用 硫化鑛等にあつては適度の酸化を期すため。
- d. 有害成分の除去 砒素、鹽素等其他の有害成分の除去。

又下方吸氣式燒結法に於ては概略次の各項に就いて注意するを必要と考へて居る。

- | | |
|-----|---------------------------------|
| 點火前 | 1. 炭素質燃料(種類、粒度、發熱量、揮發分) |
| | 2. 粉鑛石(種類、粒度、脈石分) |
| | 3. 粉鑛石に對する燃料の配合割合 |
| | 4. 混合原料中の水分(濕度) |
| | 5. 混合狀態(均齊混和) |
| | 6. 裝入狀態(パックの程度) |
| 點火後 | 7. 點火狀態(瓦斯又は液體燃料等の發熱量) |
| | 8. 吸氣作用(フワンの廻轉數、負壓の狀態) |
| | 9. 燒結溫度? } (高溫帶の移下速度、 風速の程度) |
| | 10. 燒結時間 |

即ち點火前に於ける前述 1 乃至 6 項が大體適當

に所理されて居るとするならば點火に依つて爾後は 8 乃至 10 項の狀態に左右され結局塊成鑛の良否は自ら決定せらるべきものと思惟するのである。故に點火作業が完全に行はれ、而もエキゾストフワンが燒結に付する原料に對して順調なる吸氣作用の進行に連れて燒結作用を營むものとするならば要するに前述の如く加熱溫度の如何と其の溫度に曝露する時間の狀態に依つて其成果を判定し得る事となり、燒結鑛の具備すべき物理、化學的諸性質は凡て上述各項を満足せしめ得るか否かに依つて其の品質は自ら決し得られるのである。就中前出 10 項の内最も變化甚しきものは 4 項に示す混合原料中の水分の程度にして、これが適否は直接間接に燒結作用に及ぼす影響大にして前述 B 頂(1~6)に詳述したる諸項は實に燒結作業上最も注意を要し混合原料中の水分の影響の廣汎なるは本燒結作業上に於ては實に疑ふ餘地なきものと堅く信じて居る次第である。

而して下方吸氣式燒結法に於て最も得意とする脫硫、酸化の諸作用に關しては既に衆知の如く裝入物に對しては可及的短時間に而も高熱度を與へ充分外氣の通氣作用を營ましむるを要すとされて居るか、この條件を満足せしむるには特に混合原料中の水分の如何に俟つ所が尠くないと考へて居る。黃鐵鑛、黃銅鑛、含銅硫化鐵鑛等の如き硫化鑛の焙燒に關しては既往の文献並に筆者が實驗室的の試験結果に徴するも大體 400°C 前後より急速的に酸化作用を開始し 500°C 乃至 600°C に於ては殆んど酸化を終了せる結果となつて居るが、外氣の通氣作用不活發なる場合に於ては低級の硫酸鹽を容易に構成し完全に脫硫の目的を達成することが出来ないものである。而して硫酸第一鐵、

硫酸第二鐵、硫酸銅の如き硫酸鹽に於てはこれが分解溫度は少くとも 600°C 内外の溫度を要し前者に比して 200°C 内外の高熱を必要とし、實際作業の場合に於ては装入物の粒度、化學成分等に左右せられこれ以上の高熱を與ふるとも完全に脱硫の目的を達し難いのである。第 14 表は製鐵所内硫酸工場に於て焙燒せし岡山縣柵原産硫化鐵燒滓の各粒別残留硫黃分の一例を示し、全硫黃分

第 14 表 硫化鐵燒滓(製鐵所硫酸工場)の
残留硫黃分の一例

| 品名 | 粒度 mesh | T.Fe | SiO ₂ | T.S | Sulphide S | Sulphate S | Other S |
|-----------|------------|-------|------------------|-------|---------------|---------------|------------|
| 硫化鐵 燒滓 | | | | 100% | 16% | 56% | 28% |
| A | 4~20 | 61.59 | 4.68 | 2.089 | 0.328 | 1.168 | 0.593 |
| | | | | 100% | 5% | 80% | 15% |
| 同 | B 20~100 | 62.99 | 3.97 | 1.308 | 0.064 | 1.047 | 0.197 |
| | | | | 100% | 3% | 84% | 13% |
| 同 | C 100> | 58.54 | 6.96 | 1.600 | 0.042 | 1.349 | 0.209 |

は 2% に足らざるにも係はらず主として硫酸鹽の狀態にて残留せるを認めらる。而も細粒のものは硫酸鹽に富み粗粒のもの程若干硫化硫黃分高きを知る、即ち硫酸滓、紫鑛等の如く豫め焙燒行程を經たる粉鑛に在りては燒結作業時の熱度及び加熱時間の調節は水分の調節と共に特に慎重なる考慮を拂はざる限り優秀なる燒結塊を得るは恐らく困難と信するのである。

(D) 混合原料中の水分の狀態 前節に於ては主として混合原料中の水分が燒結作業上極めて重大なる影響のあることを論述したが、著者は本稿を擱筆するに當り此等混合原料の水分に就きこれが存在狀態を次の 3 種に分ちて更に追及して見度いのである。

- 1 構造的水分 (Combined Moisture)
- 2 吸藏的水分 (Occluded Moisture)
- 3 附着的水分 (Adhered Moisture)

即ち (1) は原料粉鑛其物が天然に含有せるもの

で鑛物學上或は分析化學上所謂構造水又は化合水、結合水、結晶水などと稱して居る。(2) は原料鑛燃料等が燒結作業に付せらるゝ以前に於て降雨、霜、雪、濕地貯藏、湧水或は季節に依つて吸藏せるもの、(3) は (2) の外主として燒結作業の場合所謂添加水分として人為的に注加し、粒子の表面に附着せるもの、但し (1) は主として褐鐵粉鑛の如く結晶水として含有するものなれば鑛種、配合割合が大體決定すれば略含有量は一定である。然るに (2) は極めて其變化著しく殊に鐵石の成因氣孔率、並に含有脈石分等によりて著しき相異がある。又紫鑛或は硫酸滓の如く焙燒作用を受けて龜裂を生じ氣孔率を頗る増加して居る場合に在りては天然産の原料に比較して殆んど均一含有量は望み難く、而も粉狀のもの程其變化は甚しい。第 12 表は最近 2 ヶ月間に使用したる各種燒結原料

第 12 表 各種燒結原料、燃料中の含水量
(最近 2 ヶ月間の平均値)

| 種類 | 含水量(%) | | |
|---------------------|--------|-----|------|
| | 最大 | 最小 | 平均 |
| 瓦斯灰 (鎔鑛爐) | 25 | 15 | 17.9 |
| 粉骸炭 | 35 | 17 | 25.0 |
| 硫酸滓 | 25 | 4 | 11.5 |
| 硫酸滓 (粉) (藤田納洞岡硫酸工場) | | | |
| 安岳 | 14 | 3 | 9.3 |
| 紫鑛 | 22 | 14 | 16.7 |
| 硫酸滓 (塊) | 15 | 3 | 8.5 |
| 返粉鑛 | 8 | 2 | 3.8 |
| 配合原料 | 18 | 1.4 | 15.2 |

中の水分百分率を示し如何に廣範圍なるかを首肯することが出来る。然し現場作業上 (2) (3) 兩者の區分は必ずしも判然せずして (3) の如きは原料粒子中の吸藏的水分が殆んど飽和の狀態となりて、更に粒子の表面に附着せる場合と未だ吸藏充分ならずして單に粒子の表面に附着せる場合と

がある。即ち燒結作業時に於ける水分の調節に當りてはこれ等兩者の状態を熟慮の上(3)の水分に對し適當の調節を行ふことが最も安全策ではないかと思はれる。今日迄燒結作業時に於ける混入水分の調節は單に掌中に握り絞めて塊状となし200~300mmの高さより落下せしめこの時數塊に割れる程度が一番適度であると云はれたるが如きは充分な鑑定方法とは稱し難いと思ふ。特に混合原料中に最初全く乾燥状態の返粉鑛或は若干火氣を有するが如き原料(瓦斯灰の如きもの)を使用する場合には此等前後の状況を充分洞察し燒結装置及び操業法等に就きても克く熟慮の上含水分を調節すべきであつて、單に實驗室的の結果を以て輕々にこれを決定し得べきものではあるまいと考へる。第13表は過去4ヶ年間に於ける製鐵所購買分析成績の平均水分の一斑を示したるもので硫酸滓、紫鑛の如く豫め焙燒行程を経而も氣孔性に富める粉鑛に在りては他の天然産の塊状鐵鑛石に比して含水分が如何に高率であるかを窺知するこ

第13表 各種鐵鑛石中の水分、化合水
(最近4ヶ年間の平均値)

| 種類 | 産地 又は納入 | 原鑛中の 水分 | 化合水 |
|-----|------------|------------|-------|
| 褐鐵鑛 | 載股 寧(塊) | 8.20% | 9.66% |
| | " 栗(塊) | 7.58 | 10.05 |
| | " (粉) | 12.53 | 10.10 |
| 赤鐵鑛 | 上利 坡 | 5.88 | 2.76 |
| | 象鼻 原 | 1.00 | 0.71 |
| | 大 山 | 7.71 | 3.84 |
| | 太 冶 | 4.96 | 3.32 |
| | 桃 平 | 2.93 | 2.31 |
| 磁鐵鑛 | 大 峯 | 4.21 | 1.89 |
| | 小 坂 | 1.91 | 0.90 |
| 硫酸滓 | 北陸人肥 | 10.94 | |
| | 藤田鑛業 | 10.42 | |
| | 日本人肥 | 10.94 | |
| | 三井物産 | 6.80 | |
| | 日本鋼管 | 13.14 | |
| 紫 鑛 | 日本窒素 | 14.03 | |
| 紫 鑛 | 大阪製煉 | 15.99 | |

とが出来る。製鐵所に於ては上述の理由に基き毎日必ず一回各種原料鑛並に燃料、配合原料等に就て作業的に含水分の測定を行ひ、燒結作業遂行上の指針の一部としてこれ等の研究を續けて居るのである。(昭6.10.17)

(終り)