

鐵 と 鋼 第十一年 第六號

大正十四年六月二十五日發行

論 說

鞍山製鐵所に於ける貧鑛處理に就て

(大正十四年三月廿八日講演)

梅 根 常 三 郎

○會長(河村驍君) それでは是から「鞍山製鐵所に於ける貧鑛の處理に就て」と云ふ題で、同製鐵所技師の梅根常三郎君の御講演がございます、梅根君は明治44年以來八幡製鐵所の作業に従事されまして、大正8年に滿鐵の招聘に應じて赴任されたのであります、偶々大正9年以來鞍山の方では貧鑛處理の解決と云ふことに全力を傾注することになりまして、同氏は此むづかしい問題を擔任されて、遂に此還元焙燒を發議されました、爾來五箇年の間繼續して各種の研究並に試験の局に當られまして、既に技術上の點に於ては一點の疑ひの餘地の無いまで大成せられまして、目下一日に2.4千噸のキャパシティーを有する大工場を建設されて居るのであります、外國にも此還元焙燒を用ひない磁力選鑛所は相當の大きさのものがありますが、還元焙燒を用ひて斯かる大きなキャパシティーの選鑛所を設けて居る所は未だ外國にも類例を見ないのであります、本日此總會を開くに付て鞍山製鐵所長の好意に依りまして梅根君の御出張を願ひ、御講演を聴くことを得ましたのは、製鐵に關係有る者一同の誠に仕合せと致す所でありまして、一言梅根氏を御紹介いたします。

私は唯今河村會長より御紹介になりました梅根であります、今回は會長の御勸めに依りまして總會に来て是非話をしろと云ふことでございましたが、皆様御期待に副ふだけの御話が出来ぬであらうと心配して居る次第であります、併しながら私は一方から考へますれば、我々が滿洲に於て仕事をしております、其仕事の一端を皆さんに御紹介することの出来る機會を得たことを、私は衷心光榮に存する次第であります、私は主として貧鑛處理の問題に就て概要を申し上げますが最初鞍山製鐵所の成立を少し申し上げたいと存じます。

第一、鞍山製鐵所沿革の大要

抑々此滿洲に於きまして鞍山製鐵所がどうして出来たかと申しますれば、明治41年に時の滿鐵の地質調査所長の木戸理學士に依つて鞍山の鐵鑛の一部分を發見されたのに始まります、爾來滿鐵に於きましては、其鐵鑛に就て調査をされたさうでございまして相當有望に考へられて居つたのでございます、ところが大正3年の7月に、御承知の通り長く八幡の製鐵所の長官を致されて居りました中村男爵

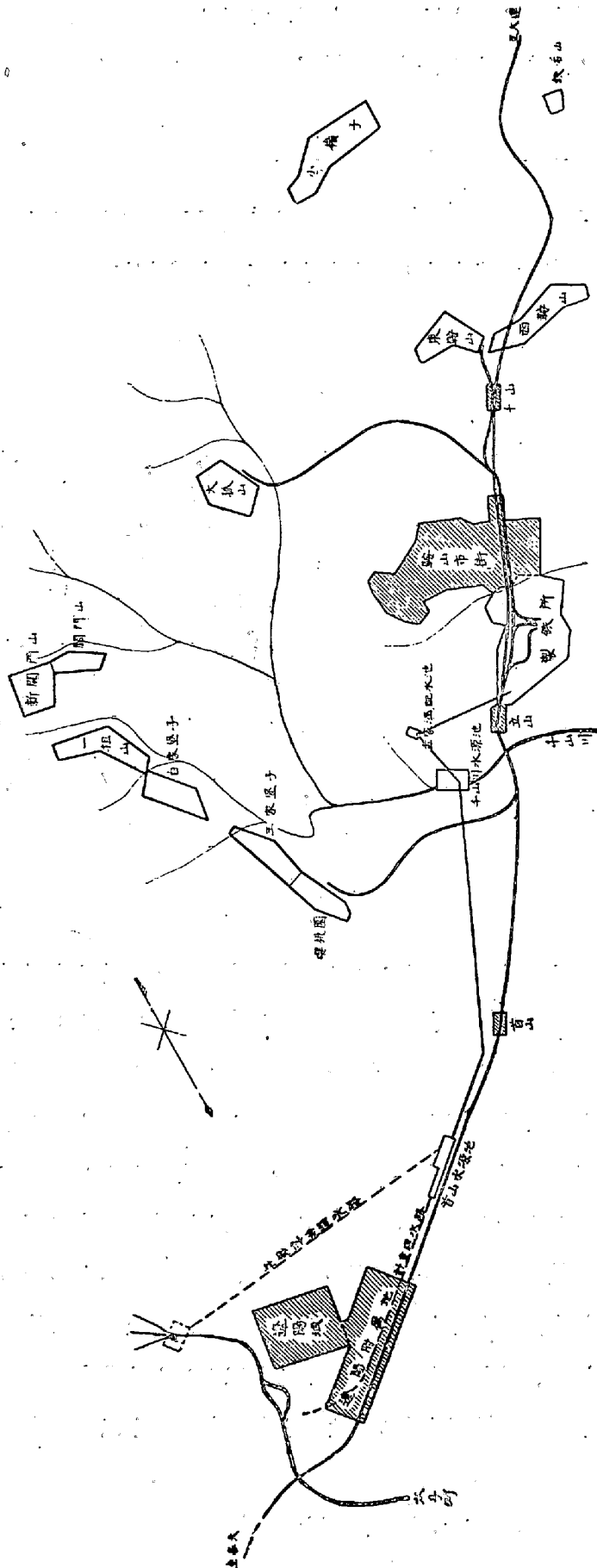
閣下が滿鐵の總裁に赴任されたのであります、中村閣下は日本の製鐵と云ふことに對しては非常に御造詣の深い方でありますし、技術方面は申すまでもなく、其經營上からも日本の鐵と云ふ事に就て非常に御考慮になつて居つたのであります、それで御着任と同時に此鞍山の鐵鑛と云ふことを御聴きになりまして、尙ほ一層鞍山一帶の鐵鑛石に付て御調査になつたのであります、其結果餘り富鑛ではないが有望であると云ふ事を決定になりますし、一方では御承知の通り撫順の大きい炭田を控へて居ります、そこで中村閣下の考では、此石炭と此鐵鑛石とを以て日本の鐵の問題を解決したいと云ふ御考からして、大正5年に日本と支那との合辦組織になつて居ります振興公司与云ふ會社を組織されて鞍山一帶の鑛床の中で八つの鑛區の採掘權を取られ、其採掘した鑛石を滿鐵で買ふと云ふ形式になつて組織されたのであります。(第一圖参照)

之れは鞍山附近の地圖であります、これが遼陽でございまして、此線が滿鐵の線でございます、鞍山市街の南隣にあるのが鞍山製鐵所の工場用地で丁度鐵鑛山の中心地に位して居りまして大正6年5月に起工いたしまして大正8年4月に高爐一基に對する設備は完成致したのであります、黒く染めてあるのが鞍山の製鐵所の爲に出來た市街であります、こゝに樺色に塗つてあるのが、之れが唯今申しました振興公司以て持つて居ります鑛區であります、丁度工場を中心にして是は9哩の半徑になつて居りますが、9哩の半徑で圓を描くと云ふと、大部分の鑛山は其圓の中に這入るのであります、鑛山の名はこゝに書いてある通り、西鞍山、東鞍山、小嶺子、鐵石山、大孤山、櫻桃園、王家堡子、關門山であります、此の外の白家堡子、一担山、新關門山の三鑛區は一昨年と思ひますが、後に採掘權を得たのであります。

只今申上ました鞍山一帶の鐵鑛山は相當な鑛量を持つて居るのであります、富鑛と云つて宜いやうな鑛石は其量が至つて少なうございまして、大部分の鑛石は含鐵分が40%以下でございます、其上にイムピュリティーとしては殆ど總てがシリカであります、それで斯う云ふ悪い鑛石を以て鉄鐵の製造の原料に使ふと云ふことは、特殊の場合は出來ませうが、普通の場合では到底經濟上採算が出來ないのであります、それで何か此貧鑛を相當に富鑛化することをやらなければならぬと云ふことは、中村男爵が計畫をされました當初から御考はあつたのであります、其當時丁度歐洲戰爭でございまして、選鑛機の購入の困難並に技術上の研究の困難と云ふ二つのことで選鑛と云ふ事は後廻しとなり、此等鑛山の貧鑛帶の中に僅に存在して居ります富鑛を使つて、大正8年の4月に熔鑛爐一本に火を入れたのであります、併しながら此熔鑛爐に火を入れました大正8年の4月と云ふ時は、既に歐洲の戰亂は休戰状態にありまして、鐵の需用が非常に少くなりました、随つて鐵の價と云ふものが非常に下落致しまして、製鐵業者は頗る困憊したのであります、是は當に、鞍山の製鐵所のみならず、御承知の通り内地の製鐵所でも相當に打撃を受けられたのであります、殊に鞍山製鐵所に於きましては、期待の大きかつただけに、其反動と致しまして非常に批難攻撃を受けたのであります、初の調査が不充分であるとか、或は設計の杜撰であるとか云ふやうな攻撃を受けまして、鞍山製鐵所は滿鐵の

第一圖 鞍山製鐵所

鐵鑛區
水



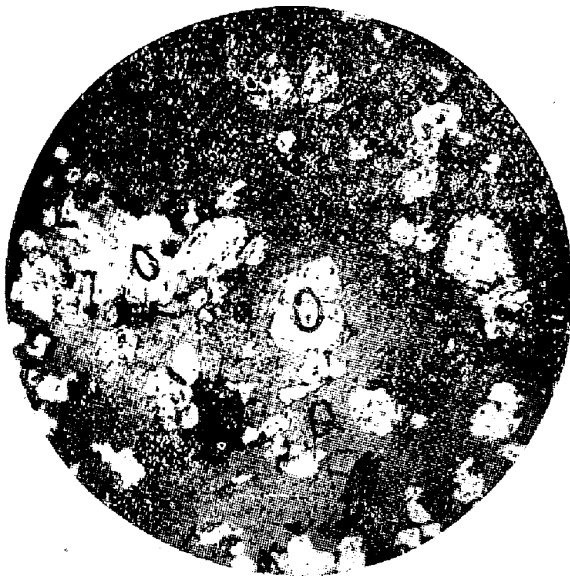
痛であると罵倒されたのであります。併しながら翻つて此日本帝國の勢力範圍に於きまして、製鐵と云ふ立場からして考へて見ますと云ふと、如何に最貧眼に見ましても、日本は天の恵と云ふものは誠に薄いのであります、是は鐵鑛から云ひましても、又燃料の石炭から申しまして天の恵と云ふものは御承知の通り甚だ薄いのであります、然るに我が鞍山はどうかと申しますと云ふと是は矢張り日本帝國の一つの勢力範圍の中であります、貧鑛ではありまするが、數億の鑛石を埋藏して居りますと同時に此製鐵所を離れること約70哩にして有名な10億の炭を埋藏して居ります撫順炭田を控へて居るのであります、其他製鐵業に使ひます熔融劑耐火材料即ち石灰石、ドロマイト、マグネサイト、粘土、硅石等の材料は此滿洲に非常に豊富にあるのであります、若も此鞍山の貧鑛及び製鐵に非常に必要な色々な各種の材料のある此滿洲の地を利用することが出来なかつたならば、或は日本帝國の眞の鐵の自給自足と云ふものは出来ぬではあるまいか、時の滿鐵幹部……………こゝに御出でになつて居ります島博士も其の御一人でありましたが……………に於かれましてもさう云ふ大なる點に御着眼になりましたのでありませう、それで

は此貧鑛と云ふものを徹底的に研究しやうと云ふことになりまして、大正9年の1月から愈々貧鑛處理の研究調査に取掛かることになつたのでございます、是が貧鑛處理を鞍山に於て始めました沿革であります。

第二、鞍山鐵鑛の性質概要

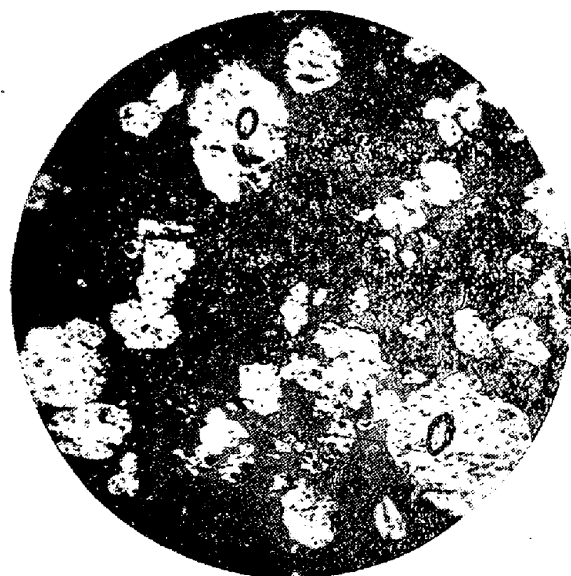
鞍山一帯の鐵鑛の性質の概要であります、鞍山に御出になつた方は御承知でございますが、鞍山一帯の鐵鑛は寧ろ含鐵の珪岩とでも言つて宜いやうなものでありまして、含鐵分は前申したやうに40

Fig. 2-1



大孤山原鑛、×100
O=Ore Q=Silica

Fig. 2-2



西鞍山原鑛、×100
O=Ore. Q=Silica

%以下であります、さうして此のイムピュリティーは殆どシリカであります、大部分は赤鐵鑛の形で存在して居りまして、一部分之に磁鐵鑛を混じて居ります、さうして非常に固くて又グリーンが甚だ小さいのであります、(第二圖参照………小さい寫眞でございますが、こゝにグリーンの寫眞がございます………) 是は大きいグリーンであつて0.5 耗小さいものになると0.01耗以下と云ふやうな小さいものになつて居ります、それで斯う云ふ鑛石を選鑛と云ふ立場から申しますとグリーンが小さいからして、非常に小さく碎かなければならぬと云ふ困難があります、それと同時に非常に硬いのであります、軟かければ小さく碎いても餘り手数は要らぬのでございますが、非常に硬いものであるからして、是が又困難であります、硬いものを非常に小さく碎かなければならぬ、其上に是は前に申したやうに大部分は赤鐵鑛でございますからして、是を磁力の選鑛をやると云ふことは非常に困難でございます、是は後でも申上ます、それで普通ならば此鑛石は中々ちよつと物にならぬと云つて宜いやうな鑛石であります。

第三、選鑛豫備試験

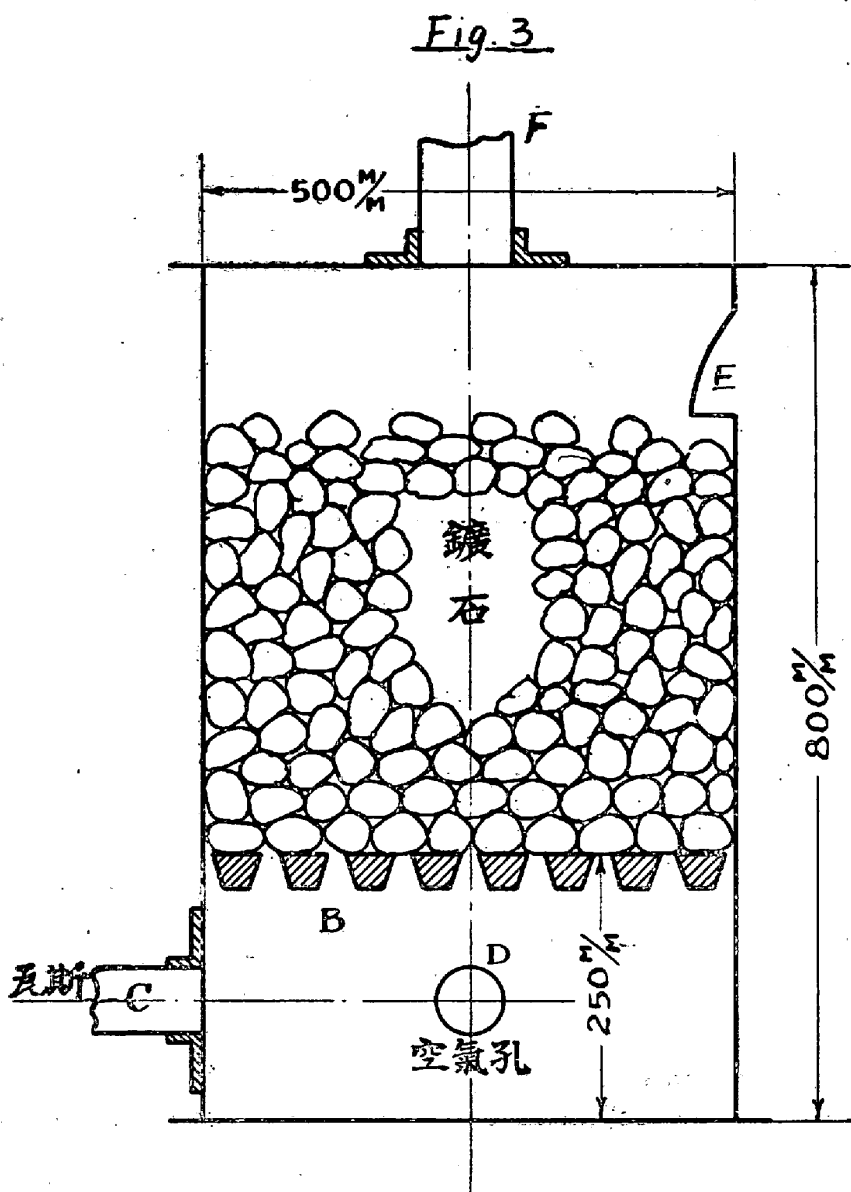
それで、私共は如何様に研究調査をやつたか、其筋道をざつと申し上げますと、初め私共は各山から

相當な代表的の鑛石のサンプルを取つて参りまして、之を………此グリーンは前に顯微鏡で見えて居るから分りますが………約百メツシユ位に碎きまして、之を工場で造つた1吋平方に7千の磁力線を持つて居るハンドマグネットを造つて處理して見たのであります、ところが大孤山の鑛石だけありますと鐵分の回収率が約60になつて居ります、それから西鞍山、東鞍山其他に至りましては到底經濟上話にならぬ程の鐵分の回収率になつて居ります、それで先づ最初は大孤山の鑛石を手始めに研究を始めやうと云ふことに致しました、次はグレンダルの磁力選鑛機と………是は本湊湖の南坎工場に据付けてありますが、それを見學致しまして其スケッチで私の所で造つたのであります………それから今度は比重選鑛を加味して見やうと云ふ關係からウキルフレイの淘汰盤を一臺買ひまして試験をしたのであります、是は大孤山の鑛石を主に致しまして相當澤山やりましたが、其結果を申し上げますと、最初の原鑛の鐵分が40%位ありましたが、精鑛の回収は磁力選鑛によるものは34.7%淘汰盤に依るものが12.8%で合計して47.5%になります、それから鐵分の回収率から申しますと、兩方合せまして74.5%になつて居ります、是は非常に丁重に扱ひまして實驗室でやつた結果でありますからして、之を若し大規模にやるならば74.5%の鐵分の回収率と云ふものは到底望むことが出来ぬのであります、夫れからマグネチックパワーの無い………丁度此西鞍山、東鞍山は殆ど全部へマタイトでありて磁性は甚だ弱いのであります………此西鞍山の鑛石を矢張り百メツシユ以下に碎きまして、是はテーブルだけで處理致しましたがテーブルだけでやつた結果に依りますれば、平均30%位の鐵分の回収率しかないのであります、それで現在の値段で以ては其位なりカヴァアリー出来ないものを選鑛しても到底經濟的に引合はぬと云ふ結論に達したのであります。

第四、還元焙燒試験

それでなんとか之を外の方面からやりたいと云う考で、之をパーシャル、リダクション即ちマグネタイジング・ロースチングに研究を進めたのであります、マグネタイジング・ロースチングは外國には相當に實驗上やられて居るやうであります、工業的にはまだ實施されて居ないやうであります、殊に外國でやられて居りまするマグネタイジング・ロースチングの實驗は多くは小さな粉末にするとか、或は極く小さい大きさに碎いて試験されて居るやうであります、併しながら私共の場合は工業的には出来るだけ大きい形で、其儘出来ることならばマグネタイジング・ロースチングをやりたいと思つて、豫備試験に掛つたのであります。それで最初に如何云ふ事を試験したかと申しますれば鑛石のどの位なサイズならばマグネタイズされるであらうかと云ふことを見たのであります、此の爲めには工場用のストーヴ（第三圖参照）に改良を加へて圖の如く作つたのであります。

圖中Aは鐵板製の爐體で直徑500耗、高さ800耗、下部より250耗の處に、Bなる火格子を取付けてあり、Cは鑛石の加熱及び還元用の瓦斯誘導管で、Dは瓦斯を燃焼する際に必要なる空氣を供給する口で、Eは爐内に鑛石を裝入する口で、Fは爐内に生ずる廢棄瓦斯を放出する煙突であります、先づEの所から鑛石を入れて、Cより瓦斯（是から瓦斯と云ふのは全部コークス爐から出る瓦斯と御承

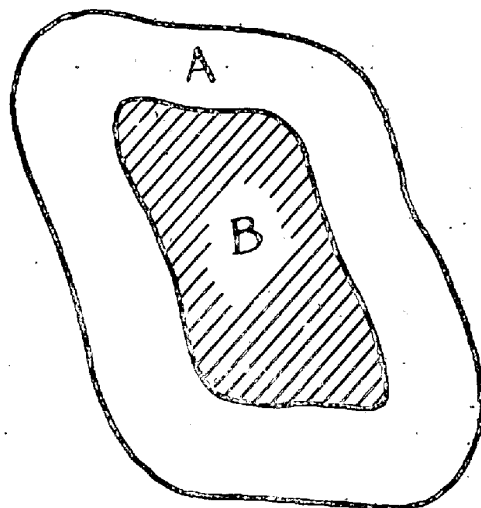


*を受けぬ部分が出來はせぬかと心配したのでございます、さうすると云うと、此Aの部分の厚さの二倍の………假に厚さが1吋づつならば2吋の…サイズまでは出來るだらうと考へましたが、此試験の結果私共の豫期に全く反しまして、時間と瓦斯の消費量を考に入れぬならば、1尺若くはそれ以上の大きい鑛石と雖も尙且中心まで綺麗にマグネタイズされるのであります、最初私は申し落しましたが、(鞍山の貧鑛、其他の見本は一ヶ月前に送出して置きましたが、今日まで届きませぬで、甚だ遺憾であります、どうぞ悪しからず………見本が無いので甚だ申上げ悪くいのであります) 鞍山の鑛石は鑛石の多い部分とシリカの多い部分と多くの場合層

知を願ひます) を出しまして、D を開けまして點火するのであります、而して之れで鑛石を熱するのであります、さうして是が、レツド、ヒートになると云ふと、此Dの穴を塞いで唯單に瓦斯だけを送つてやると、其瓦斯は燃えなくて………是は非常に不經濟な話であるが………鑛石中を通過して逃げるのであります、其の際に鑛石がレダクションを受ける譯であります、私は鑛石の大きさを最初1吋2吋と段々進んで試験したのであります、最初私が考へましたのは………あるサイズの鑛石をローストしまして瓦斯でマグネタイズをやる時に(第四圖参照)こんな工合になりはしないかと考へたのであります。

即ち鑛石の中心に丁度「あんこ」(B)の這入つたやうにアクション*

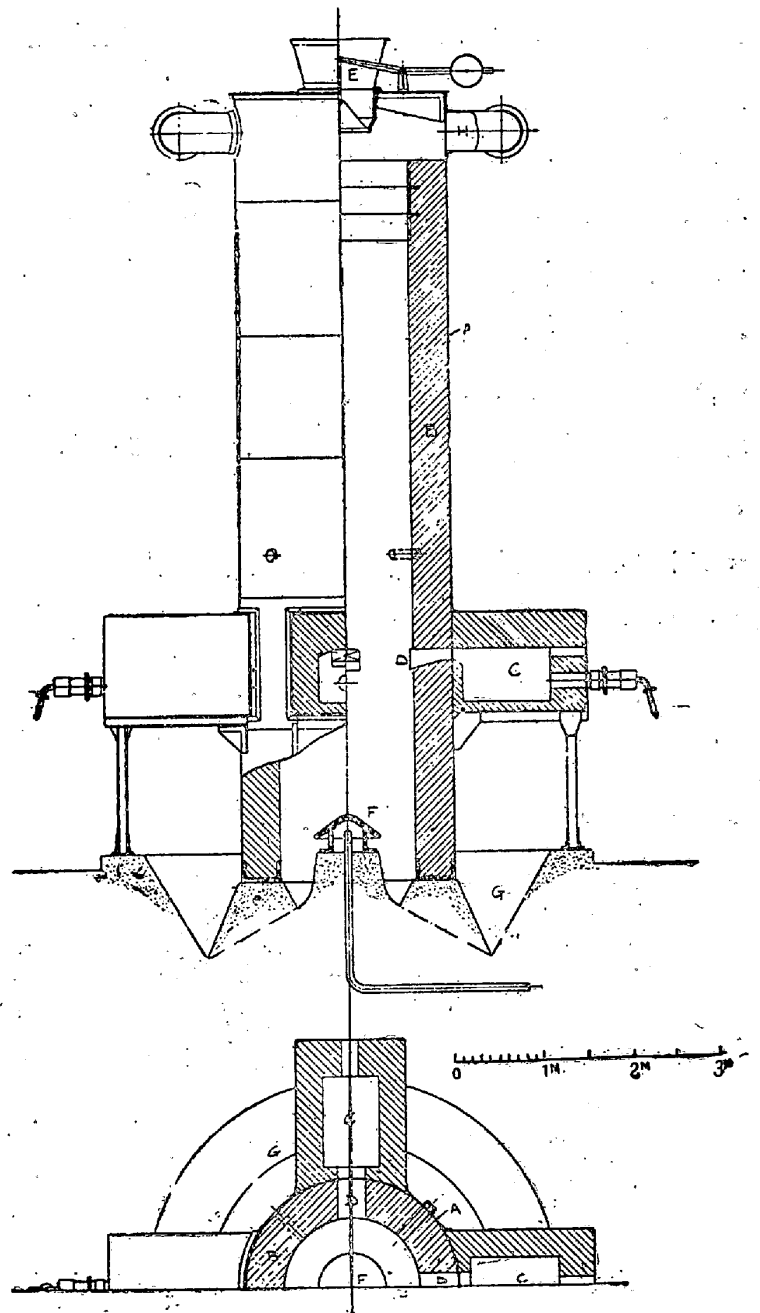
Fig. 4



をなして居ります、それで御承知の通り鑛石のエキスパンション、コエフィセントとシリカのエキスパンション、コエフィセントが違ふ關係上、非常にクラックが入ります、それで其クラックから瓦斯は侵入して化學作用をやりますので、1吋サイズのものでも、5吋サイズのものでも、若くは1尺の大きいものでも差支ないと云ふことになるのであります、左様しましてレダクションを受けました鑛石はどんな工合になるかと云ふと、以前非常に硬かつたものも、うまく行きましたものは我々の手で之を割ることが出来る位にブリットルになります、是は非常にクラックが入るから當然な話であります、非常に軟かくなるし、殊に赤鐵鑛の代表であります所の西鞍山の鑛石のやうなものも是でやりますと、

1尺サイズのものを入れても殆ど1吋以下に碎けるやうな状態になつたのであります。それで第一回の豫備試験は廢めにしまして次はコールターの蒸餾工場に使用不用のタンクを使つて此圖（第五圖参照）にありますやうな者を設計したのであります、非常に急いで設計したのであつて決して是は理想的のものでも何でもありませんが、唯連続的にやつてどう云ふ結果になるかと云ふことを見るだけあります、圖の説明を申し上げますれば
Aは鐵板製圓筒外皮にして、爐體と稱すべき部分。BはAなる外皮の内側に施されたる耐火煉瓦裏積。Cは鑛石加熱に要する瓦斯燃焼室。DはCなる燃焼室にて燃焼せる瓦斯が爐内に侵入すべき噴出口。Eは爐内に鑛石を裝入すべき口。Fは加熱せる鑛石に還元作用を行はすべき、還元瓦斯の噴出口。Gは爐内に空氣の侵入する事を絶対に防ぐ爲め、爐の下部を水にて遮斷せる水盤。Hは爐内に生ずる廢棄瓦斯の放出口で、此の先端は扇風機に連結し爐内壓力を自由に加減し得るの裝置。

Fig. 5

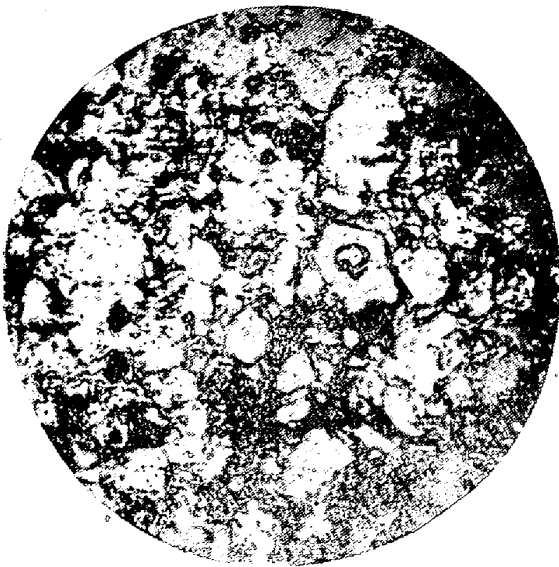


General Arrangement of Reducing Furnace (Cylindrical. YL)

初め鑛石を爐内に裝入致しまして、後Cなる燃焼室にて瓦斯を燃焼して爐内へ導き、裝入鑛石を加

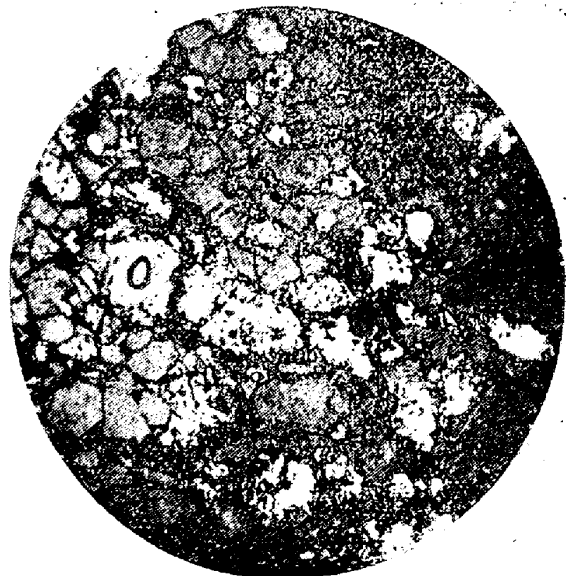
熱致します、鑛石が赤熱程度に加熱せらるるやFなる還元瓦斯噴出口を開き、還元瓦斯を爐内へ放出せしめ、次に爐底Gなる水盤中に落ちて来る鑛石は人力により掻き出させたのであります、斯様にして鑛石は主としてDなる瓦斯燃燒物の噴出口以上で加熱せられ次第に降下するに従ひ、爐底より上昇する還元瓦斯に逢ひ還元せられ、次で水盤中に落ちて来るのであります、一方爐頂Eなる装入口より鑛石を装入して連続作業をなすのであります、然して之れに用ふる加熱竝に還元用燃料は共に骸炭爐瓦斯を使用し、鑛石は大孤山竝に西鞍山の兩種を75耗乃至150耗の大さの各種に就き試験致しました、此の爐ではDからFの間が鑛石のレダクションを受けるゾーンであります、此ゾーンの距離が短かいのであります、それで此短いゾーンで十分にマグネタイズをやらうとするとCのコンバツション、チャムバーの温度を上げなければならぬと云ふことになりまして、比較的高い温度に致しましたる爲め、二三回高爐作業で申しますハンギングを起したことがあつたのであります、是は爐の構造から來た缺點でありまして、マグネタイジング・ロースティングそれ自身の缺點ではないと思ひます、それで此爐で順調の時に何程位の能力があるかと申しますれば先づ一晝夜24時間作業いたしまして、50噸のラムプ・オアを處理することが出來たのであります、これに使つた鑛石は色々なサイズのものを使ひましたが、結局は約4吋見當のものが最も都合が好いやうに思へたのであります、次に此爐で試験の結果の大體を申しますれば、期間は、62日間で、處理しました鐵鑛量は1300噸、鑛石のサイズは2吋から5吋の間のものでありましたが、主として4吋のものを使用致しました、使用した種類は大孤山と西鞍山でありました………序に申上ますが私は時々大孤山と西鞍山の鑛石と申しますが大孤山はマグネタイトを最も餘計に含んで居る鑛石の代表であります、西鞍山はマグネタイトが全然無いと申しても宜い位マグネテイツク、パワーが無い鑛石の代表であります………使用しました瓦斯は加熱

Fig. 5-2



大孤山還元良鑛(脆). × 100
O = Ore Q = Silica

Fig. 5-2



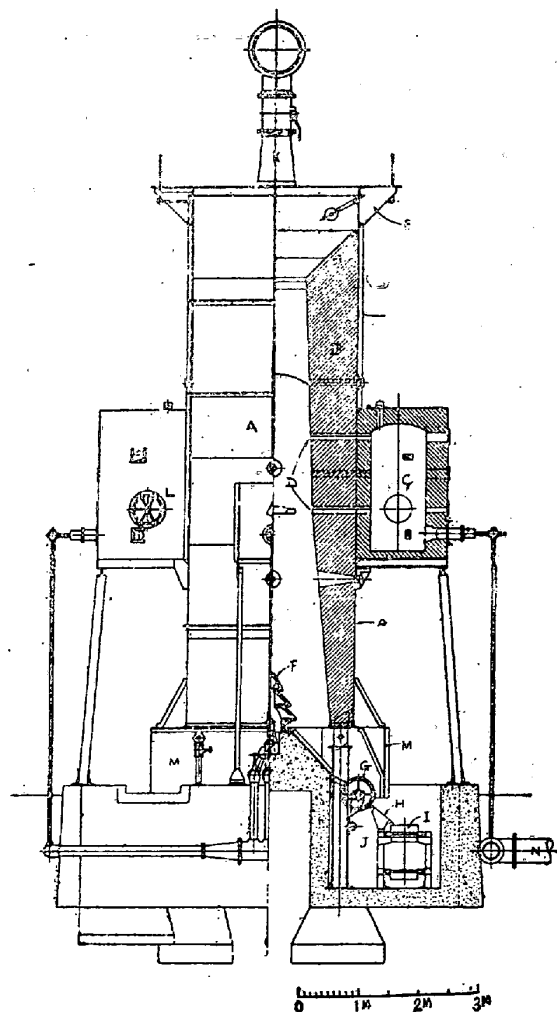
西鞍山還元良鑛(硬). × 100
O = Ore Q = Silica

用の瓦斯並にレダクションに使ふ瓦斯と一緒にのものであつたので、はつきり區別することが出来ませぬでありましたが、兩方で原鑛廻當り約60立方メートルを使用して居ります、燃燒室の温度は攝氏の約 1,000 度で爐壁の鑛石の温度は約 700 度位であります、而して出来ましたものは眞黒くなりまして非常に軟くなるし、非常にクラックが這入つて居ります、それは此寫眞（第五圖の二参照）で能く分ります、それで是から出た製品はどんなものであるか、原鑛に對してはどう云うことになつて居るかと申しますと、大孤山原鑛石は 150 メツシュ以下のものを磁力選別をやりますと、54.28 % の鐵分の回收率になつて居ります、それを一度此爐に入れましてマグネタイズをやると、同じ 150 メツシュ以下のもので 93.9 % の鐵分の回收率になつて居ります、それから西鞍山のものは、是は殆ど原鑛は磁石分はありませぬが、矢張り此爐でマグネタイジング・ロースティングをやりまして、試験用の磁力選機選別を致して見ると矢張り是も 95 % の鐵分の回收率の成績を擧げて居ります。

それから鑛石のコムプレツションテストであります、是は二三十やつた平均を申上げますが、是は重に大孤山であります、最前申上げましたやうに層になつて居りますからして層に荷を平行に掛けました場合はクルード、オアーの時に 7.3 キログラム、パースケアー・ミリメーター、それをローストをやりました場合に於て 3.2 キログラム、パースケアー、ミリメーターで、約 1/3 弱であります、今のは平行であります、荷を垂直にかけますれば、クルード、オアーは 7.2 キログラム、パースケアー・ミリメーター、ローストしますと 2.5 キログラム、パースケアー、ミリメーターになつて居ります、併しながら試料を作る時にローストしたものは非常に固いものでないとスペンメンを作ることが困難でありますからして、實際のものになると尙ほ差があると思ひます。

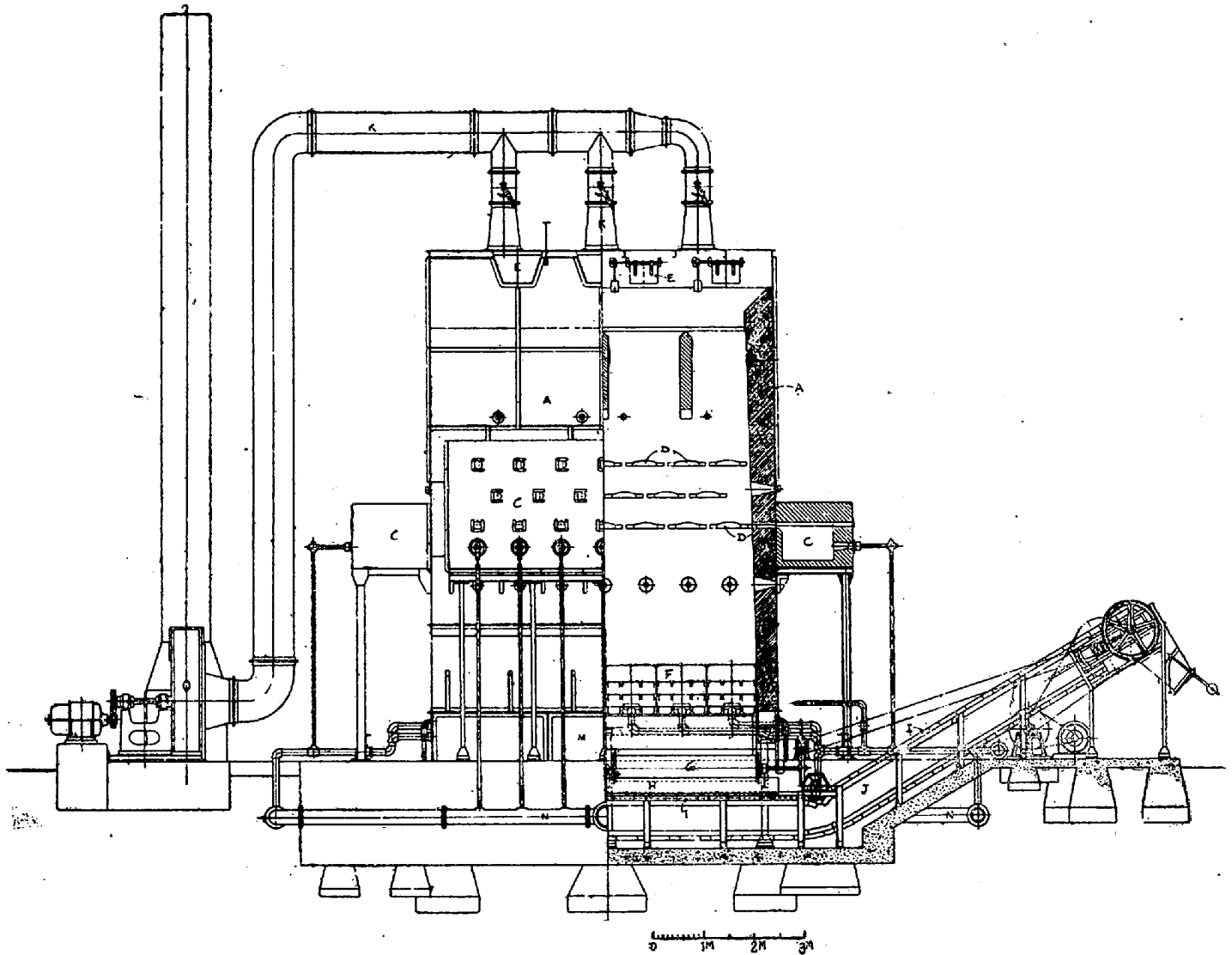
第二回にやりました爐にはどう云ふ缺點があるかと申しますと云ふと、加熱の関係上爐の直径を餘り大きくすることが出来ぬと云ふこと、随つて此一つの爐に澤山のキャパシティーを持たせると云ふ

Fig. 6-1



Rear. Half Sectional View. General Arrangement of Reducing Furnace.

Fig. 6-2



Side Elevation, General Sectional Elevation
Arrangement of Reducing
Furnace, Y.I.

ことも困難であるし、又是から掻き出します装置にしても圓形は非常に困難であると云ふ理由から致しまして、其次に試験致しました装置は之れで御座います（第六圖参照）

爐は矢張り直立爐で御座いまして、爐の内側幅2米、高さ10米であります尤も鑛石の装入装置の如きは一時的のものであるので、之れを機械的とせず、人力に依ることとし、使用瓦斯は加熱用と還元用とに區分して測定の出來得る様な装置と致しました、今圖に就て各部分の説明を致しますればAは爐體鐵板外皮。Bは鐵板外皮の内側耐火煉瓦の裏積で、約88度の傾斜を有す。Cは加熱用瓦斯燃焼室で、爐の周圍に取付け兩側に各七箇、兩端に各一箇宛の瓦斯燃焼口を備ふ。Dは燃焼瓦斯の爐内に侵入する口で、瓦斯燃焼口と同數を備ふ。Eは原鑛石装入装置で、爐頂の兩側にあり一方の側に三箇、他方の側に四箇の装入口を備ふ。Fは還元瓦斯の噴出装置で爐の長さを六等分し、各獨立に瓦斯誘導

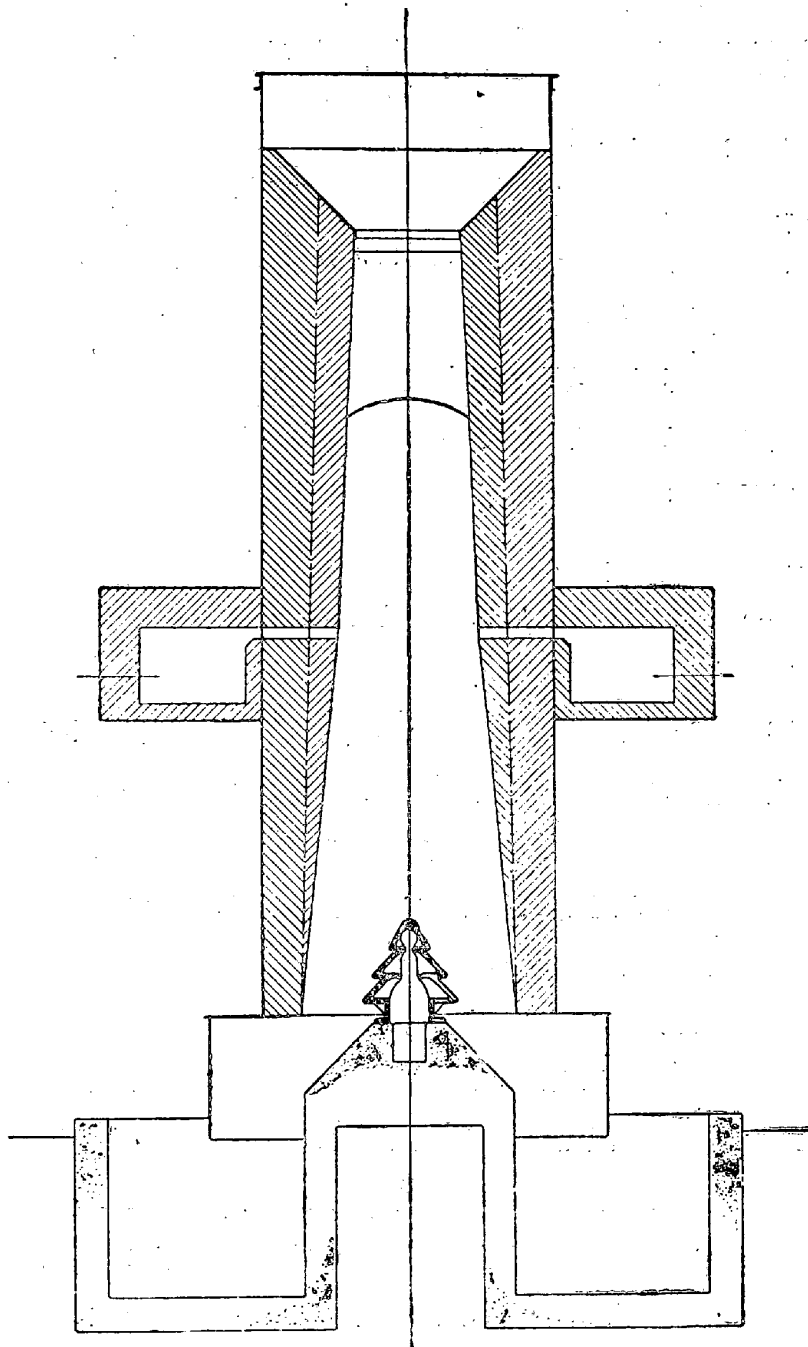


Fig. 7

管を備へ外部より任意に瓦斯の量を加減することが出来る。Gは還元鑛搬出調整ローラーで爐の下部兩側に各二箇宛を備へて居る若し此のローラーが回轉せねば鑛石は爐外に出ない、之れが回轉して初めて出る事になる、速く回轉すれば澤山出まして、回轉如何に依り還元鑛の搬出量を任意に加減することが出来る。HはGの搬出ローラーにより來る還元鑛を搬出帶に導くエプロン。Iは還元鑛搬出帶で、爐の兩側に各一連宛を備ふ。Jは空氣の爐内に侵入するを防ぐ爲め、爐底を水封する爲めの水槽。Kは廢棄瓦斯放出口で、爐頂に三箇を有し各廢棄瓦斯本管に聯結す。Lは爐内の修繕其他の用に供する人孔で、爐の兩側に數箇を備ふ。Mは搬出ローラーの箇所より空氣の侵入を防ぐ爲めのカバー。Nは瓦斯本管。Oは廢棄瓦斯本管に聯結せる煽風機で、此の回轉數の加減に依り爐内のドラフトを任意に調節する事が出来る。

此の爐で試験を始めましたのが、大正11年の11月でありました、愈々始めて見た所が、私共は前の圓形の爐の能力から推定して此の爐では恐らく300噸行けるだらうと豫期して居りましたが、豈計らんや、やつて見ると300噸どころではありませぬ、150噸も出ないのであります、それでなぜそんなことになつたかと研究致して見ますれば、最初圓形の直徑は1.7米になつて居ります、ところが今度の短形の爐巾は2米になつて居るのであります、(噴出口では1.830耗でありました)隨つて鑛石をヒートする場合に兩方のサイドから瓦斯の焰は這入りますが、爐の中心では直接に焰が當らぬのであります、隨つてウォールの附近にある鑛石と爐の中心にある鑛石の溫度は非常な差があるのであります、爐の

縁はダイレクトにヒートを受けるのでありますが、爐の中心附近はダイレクトに受けぬでコンダクションに依り加熱すると云ふやうな關係で非常に違ふのであります、徐々に下降しますにつれて或程度は温度が近接致しますけれども、尙ほ或程度までに温度差があるのであります、それで出方が少なくなり随つてキャパシティーが少くなると云ふ關係になつたのであります、それで此爐の中心の鑛石と爐壁の鑛石とを尙ほ一層近接せしむる爲にはどうすれば宜いかと云ふ色々な調査をした結果、最も簡単な方法と致しまして、第七圖にありますやうに、ライニングを變へたのであります、即ち今迄1.830 耗巾のものを 1.370 耗に致したのであります。

而して又作業をやつて見たのでありますが、多少の効果はありましたが、矢張り餘り大して効果が無かつたのであります、今此の爐の成績の大様を述べますれば

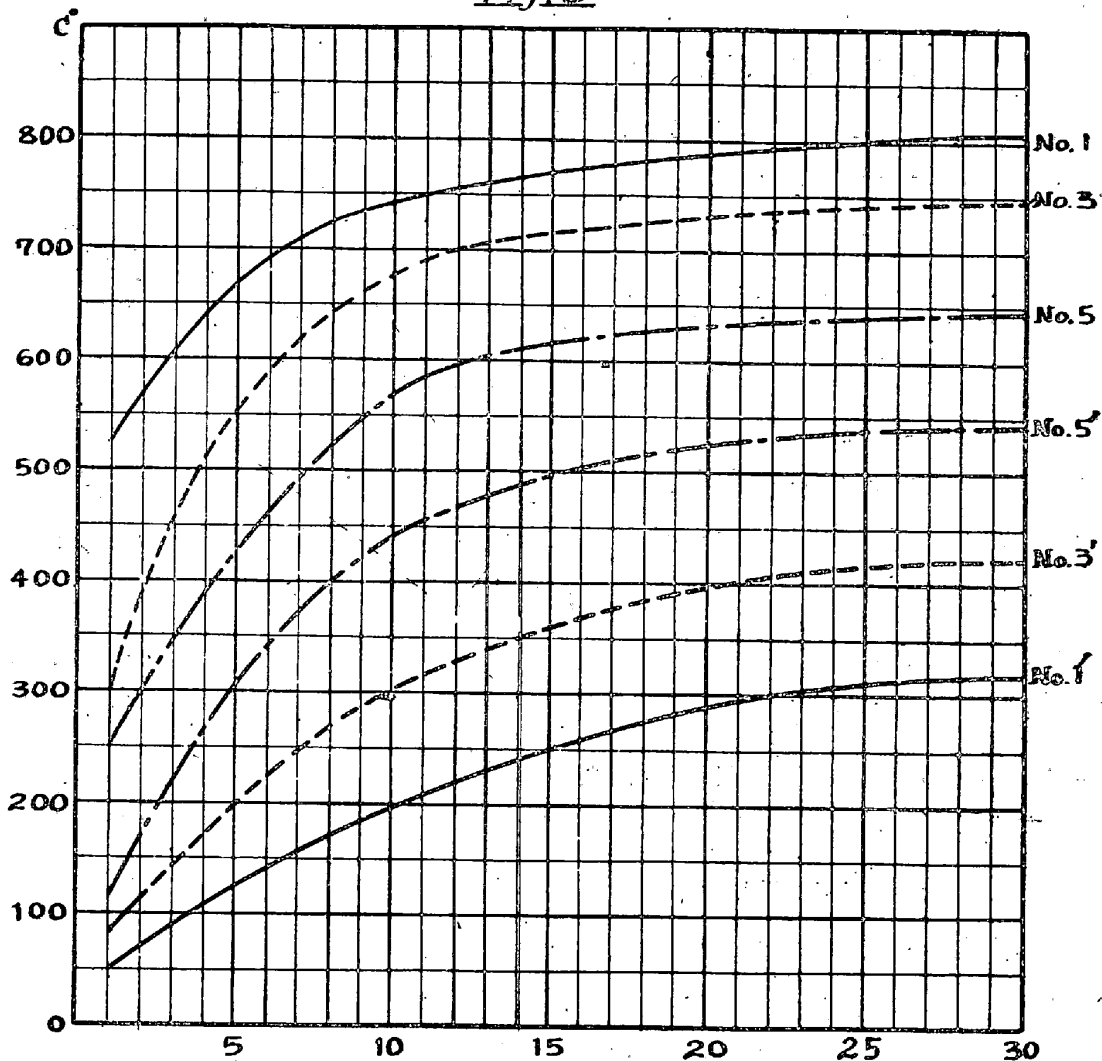
爐巾 1.830 耗の場合、試験期日76日、處理鑛量 9,861 噸、1日平均處理量 129.7 噸、使用瓦斯量處理鑛石噸當り 177 立方米、使用動力處理鑛石噸當り 2.2 キロワット時、使用水量處理鑛石噸當り 2.88 立方米、燃燒室の温度攝氏 800 度乃至 1,000 度、爐内のドラフト水柱25耗乃至30耗。

爐巾 1.370 耗の場合、試験期日84日、處理鑛量 10,790噸、1日平均131噸、使用瓦斯量處理鑛石噸當り 95.3 立方米、使用動力處理鑛石噸當 2.06 キロワット時、使用水量處理鑛石噸當り 5.1 立方米、(用水は試験の爲め特に多量に使用す) 燃燒室の温度攝氏 900 度乃至 1,050度、爐内ドラフト水柱35耗乃至45耗。

之で見ましても最初の豫想の成績に達せざること遠しであります、而し之れで採算しても現在の状態で工業的にやれぬ事はないが、尙ほ一層良好の成績を得たいので種々研究を重ねました、此の爲めには製産量を増加するのが唯一の方法であります、製産量が増加すれば使用瓦斯も従て減少し、引いて製産費の低下となるのであまりす、製産量の増加と云ふ事は今の所鑛石加熱の均一を意味するので、爐の各部分の温度の測定を致しました……………温度の測定は爐内全體に塊鑛が充填して居るので任意の時、任意の箇所の温度を測定する事は甚だ難事であります、もし測定が出来ましたとしても鑛石の降下を止め瓦斯の放出を止める等の爲めに常時とは多少爐の状態を異にするので單に大體を知るに過ぎないのであります……………即ち燃燒室の下側から約300 耗宛の距離をおいて、第一より第五迄の測定穴を作り第一、第三、第五の穴より爐壁から75耗の個所と爐の中心部との温度を測定致しました、すると時間と温度との關係は第八圖の様な結果になります、普通理論的に言ふと此圖で第五の二つの曲線が一致すれば宜いのでありますが、一致しないのであります、又ある點までは一致しない事は必要であります、之れは何故かと申しますれば一體還元作用は、加熱程度の如何に依つて大差があります即ち高温度にある鑛石は、低温度にある鑛石より、より早く還元作用を受ける理であります、従つて此の場合爐壁に近い鑛石は、中心部の鑛石より早く還元を受け中心部と爐壁部とは普通では均一の還元状態にあり得ないのであります、然し爐底は前に述べた通り水封してあります、故に常に赤熱状態にある還元鑛石が爐外に搬出せらるゝ時は水中に落ちまして或る程度の水蒸気を發生します、

還元焙燒爐内、熱度

Fig. 8



爐壁ヨリ75耗ノ所

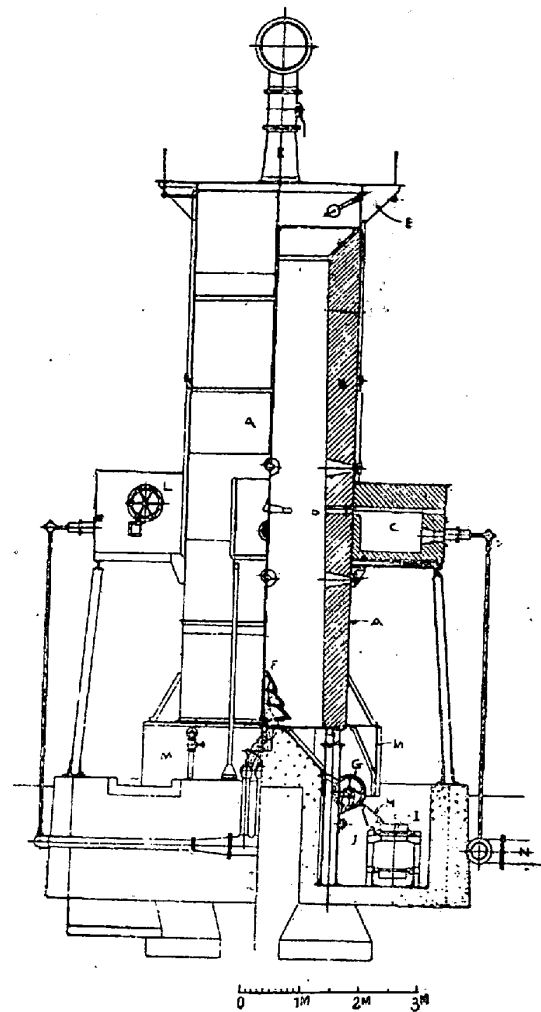
爐ノ中心

時間	No. 1	No. 3	No. 5	時間	No. 1	No. 3	No. 5'
1	525	300	250	1	50°	80°	110°
4	645	510	390	4	110	175	270
7	713	620	495	7	160	250	378
10	740	680	570	10	200	300	442
13	760	705	605	13	230	345	482
16	775	720	620	16	260	375	505
19	785	730	630	19	285	395	523
22	795	737	635	22	300	410	530
25	800	742	640	25	310	418	540
28	805	745	645	28	315	423	545
30	807	746	648	30	318	425	548

發生せられた水蒸気は爐の構造上主として爐壁に沿ひ爐内を上昇するのであります、故に爐底中央部にある還元瓦斯噴出口より分布される瓦斯は、爐壁に近い部分は此の水蒸気の爲め幾分稀薄にされる譯であります、従て還元作用は濃度の稀薄なるだけ其の作用が弱い理であります、然るに中心部を上昇する還元瓦斯は水蒸気の影響を受くる事少なく、爐壁部に比し其の濃度が大である爲め還元作用が速であります、換言すれば温度高き部分に對する還元瓦斯の濃度は小で温度低き部分に對する還元瓦斯の濃度は大である、爲めに全體として還元作用を均一ならしむるには、爐壁と中心とはある温度の差が必要になるのであります、然し第八圖の示す所では、その差大に過ぎるので、尙一層温度の差を少なくする必要がありますのであります、此の目的の爲めには色々研究をやりました結果、第九圖の如く爐の構造を一部變更致しました、即ち今までは瓦斯を燃焼してコムバツション・チャムバーから爐に噴出す口は一段の層でありましたが、此圖にあるやうに三段にしたのであります、此三段にやつたと云ふことが私共の試験に非常に好結果を齎りました、即ち初め1日120噸若くは130噸しか出来なかつたものが、三段にやつた結果次第々々と製産量が殖えまして、最初操業を

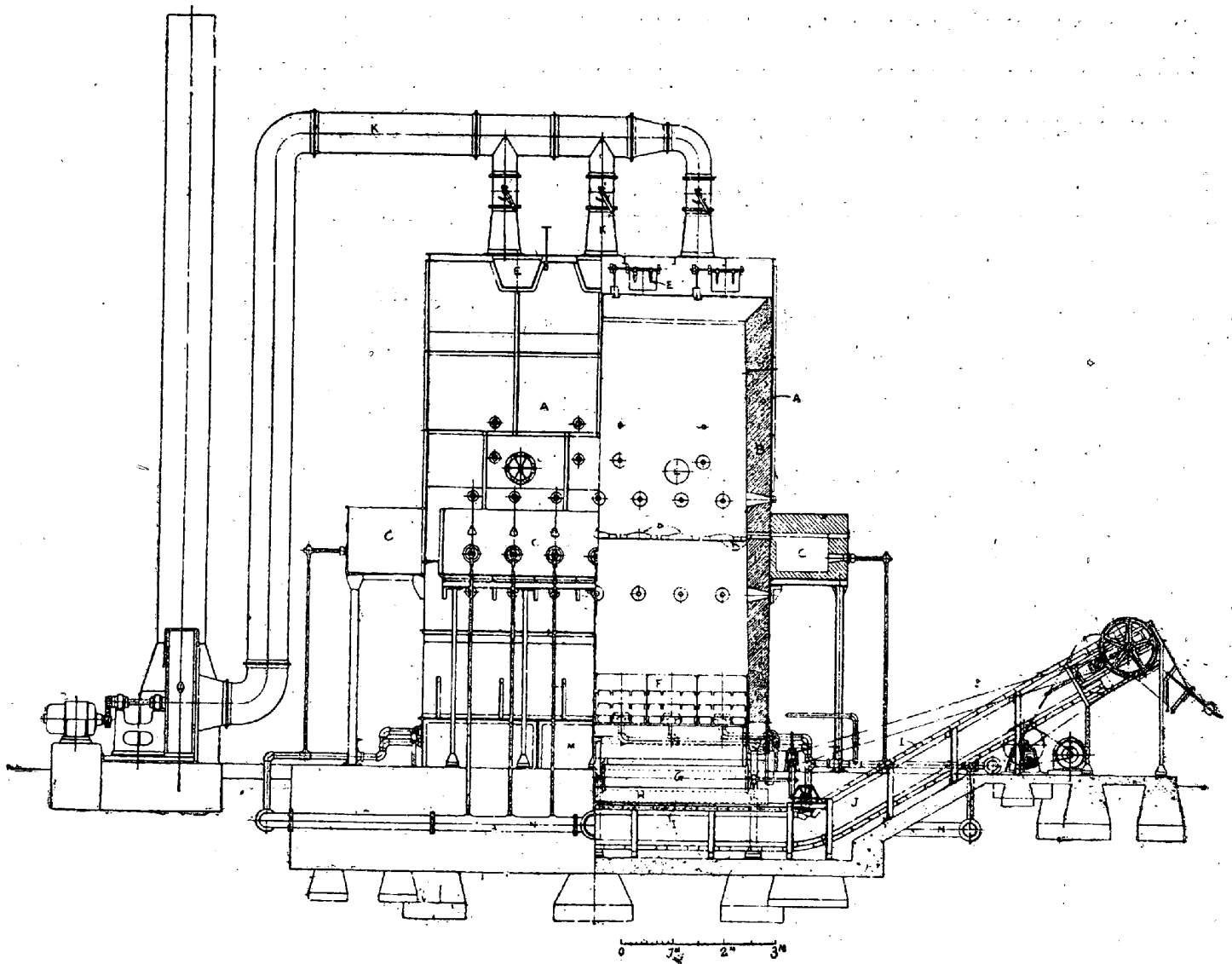
し始めましてから二箇月半にして、1日で以て300噸を出すことに成功したのであります、最後の改造致しましての試験結果の大様を申し上げますれば、試験期日89日、處理鑛量21.43噸、1日平均241噸、最高一日308噸、使用瓦斯量尠當り59立方米（計算上50立方米を要す）最低50立方米、使用動力最低1.84キロワット時、使用水量最低2.62立方米、燃焼室の温度攝氏900度、爐内ドラフト水柱約45耗でありまして大體に成功致したのであります、併しながら今までやつたのは全部鑛石を4吋若くは3吋、小さいもので2吋位なサイズのものを入れて處理したのであります、實際に於ては山から掘りまして、それをクラツシュする場合にはそんな贅澤なことをやることは出来ないのであります、大きい塊より先づ4吋位にクラツシュ致します時には大部分は4吋でも一部分に3吋とか2吋とか1吋とか其れよりまだ小さいものも混じる譯であります、それで實際の時に出来る様に各種の大きさに混じまし

Fig. 9-1



Rear. Half Sectional View
General Arrangement of Re-
ducing Furnace VI

Fig. 9-2



Section Elevation.

General Arrange-
ment of Reduci-
ng Furnace YI.

て此爐で試験を致しました所が、其結果瓦斯の消費量其他には何等相違がありませぬが唯5%内外のキヤパシティーが減つたと云ふことで、あとは差支がなかつたのであります、大きい鑛石を入れると同時に小さい粉を入れると、粉は必ずオーバーレダクションをやると思つて居つた所が、さうでなかつたのであります、これは大きいのはクラツクが這入るのでありますから、餘り小さいのと變りは無いやうになるのであります。

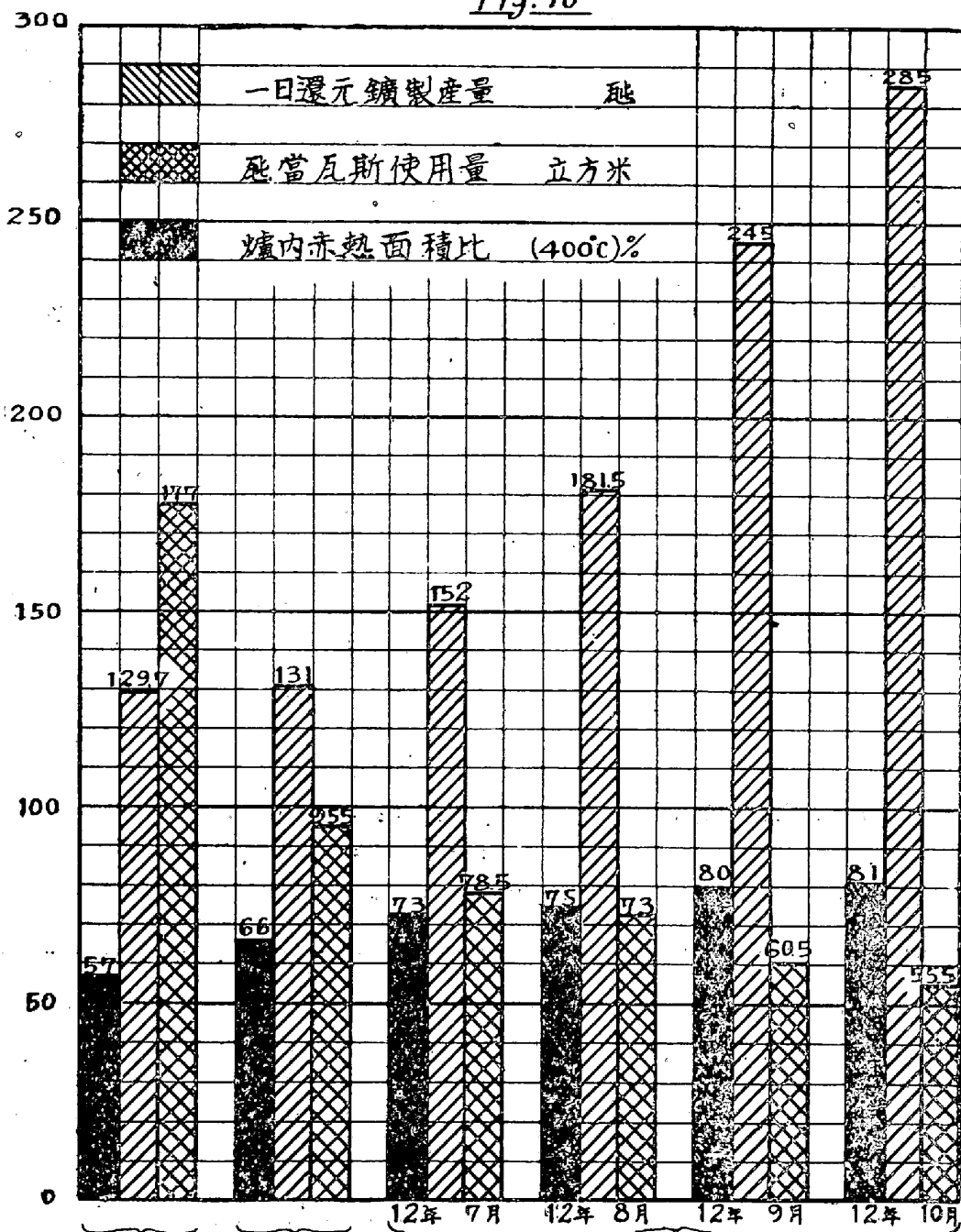
次に此爐の中の溫度を計ると云ふことは、大きい2吋3吋4吋とか云ふランプ、オアーが、一杯詰つて居るし、時々刻々動いて居るから、此中心の溫度をパイロメーターで計ると云ふことは到底出来ないものであります、それで私の方ではどう云ふことをやつたかと云ふと、丁度是は瓦斯發生爐に於て瓦斯のアツシュだとか火の層を計るやうに、各の覗孔から瓦斯を焚くことを廢め又焙燒鑛を出すことを廢

めまして、これから1吋位な鐵棒を突込むのであります、ある時間にして之れを引出して簡単に襤褸布に火の付く程度を決めまして、火の付く温度が攝氏の約400度位になつて居りますが、それで400度以上の温度の分布の割合を見たのであります、之れを圖解致しますれば、第十圖の様になります。

是は毎日4回乃至5回やつた總ての平均でありまして、見らるる通り、爐巾の廣い場合には加熱層

還元焙燒爐内熱ノ配分布ト製産量

Fig. 10



爐巾1830吋 噴出口 一箇、場合
 爐巾1370吋 噴出口 一箇、場合
 爐巾1370吋 噴出口 三箇、場合

で400度以上に熱せられて居る面積は54%しかありませんが、幅を狭くした時は66%噴出し口を三段にした時は73、75、80、81%と云ふやうな工合に段々増加して居ります、従つて産出鑛量も一日129噸、131噸、285噸と次第に増加致します、之れに反して、瓦斯は非常に減つて居るのであります。

それから一つ申し上げますのは、普通マグネタイトはフェラウス・オキサイド (FeO) が一分子とフェリツク・オキサイド (Fe_2O_3) が一分子くつ付いてマグネタイトになるのであります、其時が一番磁性が強いのであります、焙焼鑛に付てやつた試験の結果としてフェラウス・オキサイドとフェリツク・オキサイドとの比較を採つて見ますと、普通一分子に對して一分子であるべきが磁力選別で鐵分の回收率を90%までを許すと致しますればフェリツク・オキサイド一分子に對してフェラウス・オキサイド一分子のものが0.7乃至1.36分子の間は差支へがないと云ふ事であり、言葉を換へれば焙焼の際純粹なマグネタイトにならなくても其中のフェリツク・オキサイドが多少多くても少くても、もう一つ言葉を換へると、多少オーバー・レダクションしても又アンダー・レダクションしても構はないと云ふことになるのであります、随つてマグネタイジング・レダクションをやる時に操業が一層容易になると云ふ事であり、

以上申し上げました如く異種の構造に付て色々な實驗試験を致しました結果、最後に、三段の吸出し口を設ければ300噸出來ると之ふことになりまして、既に合計いたしますと4.5萬噸の鑛石を處理いたしましたので、大正13年2月でロースティングの試験は中止致す事に致しました。

第五、選鑛試験

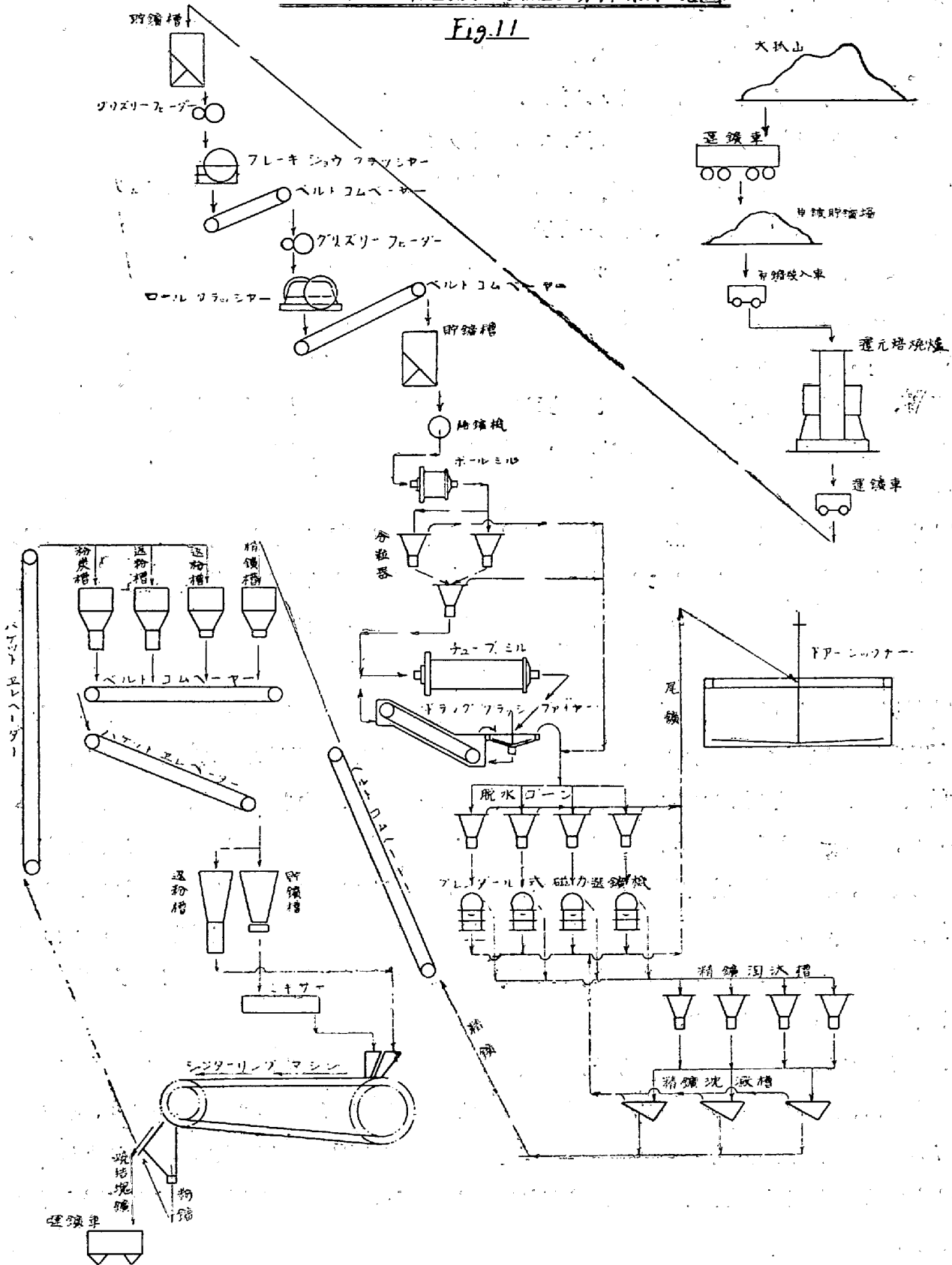
鞍山鑛石の弱磁性のものも、焙焼試験に依つて磁力選別に適する様になつたのであります、此の焙焼鑛は前に申上りました通り非常に軟かくなるのであります、隨て各選鑛機にかけるにしても、生鑛に比較致しまして機械に依りましてはその能力も變りませうし、又動力も機械に依つては相當に違ふであらう、もう一つは鞍山で之れに關係して居る者は私共初め全く選鑛に付ては、殆んど經驗が無いのであります、唯初めから貧鑛處理に携はつてイロハから研究して、夫れで或る經驗を得て來たと云ふに過ぎないのであります、それで將來大規模の工場を建設した際、我々初め職工も手習いを致す必要があると云ふのでパイロット・ミルを建設することになり、大正11年12月之れが建設を了りまして、試験に取り掛つたのであります。

此のパイロットミルの試験方法及び設備の大要は第十一圖にある様なものであります、尤も設備と致しましては、圖解にあります様に工場全體の一致したる能力を有たないことであり、唯フルサイズで將來大規模の選鑛工場に使ひ得る機械を、一つ一つ配列したに過ぎないのでありまして、工場としては不都合がありますが、一面から見ればパイロットミルの職分はそれで盡されて居る譯であります。

次に試験の順序の大要を申上りますれば、焙焼爐から出ました鑛石を第一貯鑛槽に運びまして、之れを600耗に350耗の口になつて居ります碎鑛機にかけ、鑛石を40耗以下に碎くのであります、その際

鞍山製鉄所選鐵試驗工場作業系統圖

Fig. 11



給鑛致します装置として、互に40耗の間隔を有つて居りますディスクフイダーがあります、此のフイダーは一方では碎鑛機に給鑛致しまする外に40耗以下の鑛石は碎鑛機に送らず、其の儘下部に落し40耗以上のもののみを給鑛する働きを致します、而して此のフイダーから下部に落ちましたものは碎鑛機から出ましたものと一緒になり、次の二程に移るのであります、此の碎鑛機はブレーキ式でありまして1時間に約30耗の能力を有つて居ります。

碎鑛機から出ました、40以下の鑛石は、矢張り前の碎鑛機の前にはありまして同様のフイダー(これはディスクの間隔が20耗になつて居ります)を通りまして20耗以下のものは下部に落ち、20耗以上のもののみが次のロールクラツシャーにかゝるのであります、而して此の両者は下部で一緒になりまして運鑛帶で第二貯鑛槽に送らるのであります、此のロールクラツシャーも一時間に約30耗の能力を有つて居ります、こゝに申上げて置かねはならぬ事は、生鑛を處理致しますならば此のロールクラツシャーを使はなければ、次の作用に大なる故障を起すのであります、一度焙焼致しましたものは、最初の碎鑛機から出ました40耗以下の鑛石其儘で、ロールクラツシャーを省きましても、次の作業に對しては何等の變りがない、即ち中間のロールクラツシャーは、不必要だと云ふ事になります、ロールクラツシャー迄は鑛石を處理致しまするにドライステートで致しまするが、是れから先き粉碎を致します時には、非常にダストが多いので凡てウェットステートで處理致しまするのであります、ロールクラツシャーから出ましたものは一旦第二貯鑛槽に貯へまして、次にボールミルで粉碎するのであります、ボールミルは鐵板製の圓筒状をなしたもので、直徑2,400 耗、長さ1,700 耗でありまして、その内部は約120 耗角の鑄鐵棒で裏積されて居ります、此のボールミルの内で鑛石、水、鐵球を裝入致しまして之れを回轉し粉碎するのであります、水は50%位が最も好結果でありまして、鐵の球は最初スタートの時は75耗乃至125耗徑のものを使ひますが、其後は常に125耗徑のものを補給すれば宜敷いのであります、此のボールミルで粉碎されまして出て來るものは、その給鑛が假令40耗大のものでも、約60%は150メツシュ以下になつて居ります、(鞍山の鑛石では試験の結果含鐵分60%以上になすには是非共その大きさを150メツシュ以下に粉碎する必要があります) ボールミルから出ました鑛石は之れを分粒器を通しまして、150メツシュ以下と150メツシュ以上とに分けまして、150メツシュ以上のものは次のチューブミルにかけ以下のものは其儘磁力選鑛機にかけるのであります。

チューブミルはボールミルと同様鐵板製の圓筒状をなしまして、直徑1,650 耗、長さ6,000耗ありまして、その内部には棟瓦型の硅岩で裏積されて居ります、此のチューブミルの内で150メツシュ以上の粗鑛は玉石の作用で粉碎されるのであります、之れから出ましたものも猶ほ幾分の150メツシュ以上のものを含んで居りますので、之れを又分粒器に依つて、150メツシュ以上と以下に分け、以上のものは再びチューブミルに返し粉碎をやり、以下のものは直ちに磁力選鑛機で選別されるのであります、第二の分粒器は餘り功をなさなかつたから、チューブミルから出ましたものは凡て磁力選鑛機にかけましたのであります。

斯くして出来ました粉末鑛石を磁力選鑛機に掛けるのであります、磁力選鑛機はグレンダール式で胴部の巾が865耗、直徑が785耗あります、最初磁力選別を致します時には之れをシリーズに連結して、先づ磁力選鑛機の一と二とにかけ、之れから出ましたコンセンツレートを第三の選鑛機にかけ、第三選鑛機より出ましたコンセンツレートを第四の選鑛機にかけ、是れから出ましたものが最後のコンセンツレートになる譯でありましたが、段々試験致しますと、鞍山の鑛石は非常に小さい150メツシュ以下でありまして、斯様に小さいものには、グレンダール式も其他今日世界で使はれて居ます磁力選鑛機も全く理想的でないのであります、斯様に小さいものを處理致します時は前に申上りました様にシリーズに致しますよりも寧ろ給鑛の量を少なくして、平行に使つた方が遙かに好結果でありますし、従つて能力を増加致しますので、爾來之等の選鑛機は平行に使ふ様に致しました、鞍山では選鑛機としてグレンダール式の外にベルト式のもの、獨乙クルツブ會社製のウーリツヒ選鑛機、瑞典のアライアンス其他米國から二種類ほど取つて、色々試験致しましたが、何れも150メツシュ以下の微粉鑛に對しては適當でないのであります、斯様に致しまして選鑛致しましたコンセンツレートは何程の含鐵分を有つて居るかと申しますれば、約56%位であります、勿論それは使用致しました分粒器が甘く行かぬ故もありますが、前に申しました様に磁力選鑛機も宜敷くないからであります、それで一度最後のコンセンツレートを清水で洗ひまして一部のシリカを逃がすのであります、左様に致しますれば漸く含鐵分が60位に上るのであります、之れで愈選別作業は了つたのであります、之れを濾過機又は三角箱で水を切つて、次の燒結機に送るのであります、以上選鑛試験の結果を表示致しますれば次の第一表に示す様なもので、如何に焙燒作業が鞍山の選鑛作業に有利であるかを知る事が出来ます。

選鑛試験結果總括表第一表

試験結果要目	ブレーク碎鑛機	ロール碎鑛機	ボールミル	チューブミル	磁力選鑛機	精鑛淘汰槽	計
産基能力	25.00	26.10	18.50	7.50	2.00	1.20	
毎時産	25.70	23.90	4.20	4.20	2.90		
産基所要動力	8.00	14.20	53.10	28.90	1.90		
キロワット	9.60	15.70	69.20	18.30	1.90		
相對機械能率ノ比	1.00	1.00	1.00	1.00			1.00
	0.705	0.264	0.226	0.260			0.243
鉄分抽収率%					86.62		
					47.47		
産基精鑛製出=要スル原鑛量産					1.823		
					3.463		
産基精鑛製出=要スルキロワット時	0.58	0.99	5.23	7.02	1.73		15.55
	1.29	2.27	57.06	15.09	2.27		77.98
産基精鑛製出=要スル使用水量立方米			1.82	14.58	5.47	12.15	34.02
			3.46	27.70	7.17	14.33	52.66
産基精鑛製出=要スル補給水量立方米							0.82
							2.46

備考 { 上段数字 焙燒鑛
下段数字 生鑛

序に御参考になるかも知れませぬから申上ます、夫れは外でもありませぬが、ボールミルに使ひましたボールであります、鞍山では鑄鐵製、白鉄鑄物、及びエンジンタイヤで造りましたフオージドボールの三種を使用致しまして比較致しました、所が其の磨減量は處理鑛石1噸當りにして、普通鑄物は0.94 キログラム即ち0.094 %、白鉄鑄物は0.597 キログラム即ち0.0597 %、フオージドボールでありますと0.29 キログラム即ち0.029%で最も成績が宜敷かつたのであります、チューブミルに使ひましたベツブルの消費量は處理鑛石一噸當り1.1 キログラム即ち0.11%と云ふ結果になつて居ります、簡單でありますが選鑛は之れで了りまして次は燒結に就て少しく申上ます。

第六、燒 結 試 験

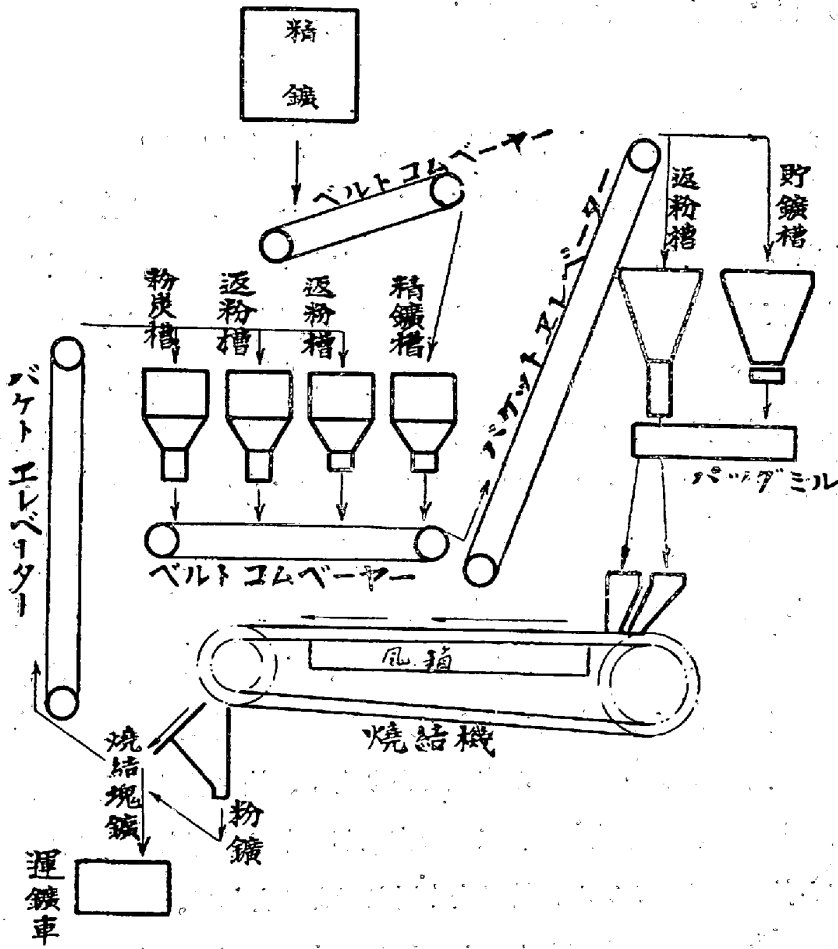
餘り時間が長くなりますが、次にシンターに就て少しく申上ます、今まで申上りましたやうにして出來ました所のコンセントレートは含鐵分が60%位の150メツシュ以下の粉狀でありまして、此儘之を熔鑛爐の中に入れる譯に參らぬのであります、それで之をブリツケットにするか、若しくはシンターにするか、之を或形にしなければならぬのであります。現在世界で廣く鐵鑛に應用されて居ります方法としてはブリツケットの方法と、シンターリングの方法とであります、ブリツケットの方は例のグレンダールのブリツケット方法でありまして、ブリツケットにしてもう一度シンターさせるのであります、併しながら此ブリツケットの方法は出來ました製品は熔鑛爐の原料としては理想的であります、併しながら是は非常に人工を要するのと、それから爐及び臺車の修繕が非常に多いのと、且燃料を要しますことが多い事でありまして、それで今日ではもとグレンダールのブリツケットの方法を使つて居つたものも次に申しますシンターの方に變へて居るさうであります、是は私の實見ではありませぬが私の方の技師が歐米に行つて視察しての話でありますから、是は確かな事實と思ひます。

次に行はれますのは第二の方法で、所謂シンターリングの方法であります、是は最近鐵鑛の方に非常に應用されるやうになつたやうであります、此方法に現在二つの方法があります即ちグレンダール法とドワイトロイド法の二つあります、是はプリンシプルに於て全く同じでありまして、一方は連続的に作業が出来る、一方は間歇的にでなければ作業が出來ぬといふ、丁度一方の缺點が一方の長所となつて居るのでありまして、何れが優つて居るか云ふことは到底私共では分らぬのであります、歐米に於ても其優劣は明かでないさうであります、要はユニットのキャパシティーに對して建設費の安い方を採つた方が利口だらうと云ふのでありまして、我々も其方法を探りましてドワイトロイド・プロセスの方が建設費が安いと云ふことで私の方ではドワイトロイド法を採用することになりました、而して私の方のパイロット・ミルでは一日に原鑛を200噸しか處理することが出來ぬのであります、勿論クラツチャー等は前に申しました如く200噸以上の能力があるのであります、磁力選鑛機で制限されて、一晝夜に200噸以上造ることが出來ぬのであります、夫でシンターリング・マシーンを買ふ時にも矢張りそれに關聯して一日100噸のシンターリング・マシーンを買つたのであります。

燒結試験の設備及び作業系統は、第十二圖に示す通りであります、即ち運鑛帶で運び來るコンセ

ンツレート、焼結の際生ずる 5 耗以下の粉鑛でレターンとして再び焼結をやらねばならぬもの、焼結機のパレットの下敷用の焼結の際出来る 5 耗乃至 13 耗の小塊、焼結の際混する燃料粉末用の四基の貯藏槽がありまして、コンセンツレート、レターン及び燃料を適當の割合で次の運鑛帶で運び之をバケツエレベーターで上部の貯藏槽に送り、更に燃料と粉鑛とを十分混和する爲めにパツグミルを

Fig. 12



を経て焼結機のパレット上に落ちる様な設備であります。一方パレットの下敷用の小塊は個別に同様の運搬徑路によりて上部の貯藏槽に送り、更にパレットの上に適當の厚さに敷かるゝのであります。次の焼結機は一日 100 噸の公稱能力を有するものでエントレスに配列された、巾 1.060 耗、長さ 600 耗で其の底部の一面に 6 耗のスリットを有するパレットが長さ 3.3 米の二個の連続した風箱の上をスライドする様になつて居ります、而してパレットに處理鑛石末を適當の厚さに置きまして直ちに瓦斯で其の表面に點火致します、パレットの下にある風箱は各、鐵管により煽風機に連続し廢棄

瓦斯を吸ひ去る作用を致しますので、空氣はパレットの表面より底部に進む事になります、夫れで一旦表面に點火されたのは次第にパレットの底に進みパレットが風箱の終りに進みました時は火は底部に達し全部の鑛石末が焼結する事になるのであります、全部焼結を了りましたものは、パレット一個分宛棒篩の上に落しまして、此處にて 13 耗以下と以上とのものに區別致しまして、以上の塊鑛は直ちに貨車で貯鑛場に運び、13 耗以下のものは再び下敷用又はレターンとして夫々最初の貯藏槽に送り返さるゝのであります、之れが作業の大體であります、之れは大正 13 年 4 月より引續き試験作業を致して居りまして今日まで既に 1 萬噸餘の焼結鑛を製出したのであります。次は此の試験に付て主な事項に就いて少しく申し上げたいと思ひます。

一、燃料 焼結に用ひます燃料は大體に於て粉末でなければなりませぬ、粉末であれば石炭、骸炭

又は高爐のフリーダストでも宜敷いのであります、今日まで私共がやりました試験の結果から申しますれば、餘り氣發分の多い燃料は結果が面白くない様であります、其の點から申しますれば骸炭粉とか無煙炭粉とか、又は高爐のフリーダスト等が結果が宜敷いのであります、鞍山では骸炭粉は他に利用致して居りますし、又燒結用に十分の量が出来ないので、同じ滿鐵會社で經營を致して居ります煙臺の無煙炭末を使つに居ります、燃料の粉末の度も出来得る限り微細なのが宜敷いのであります、現在使つて居りますのは6耗以下のものであります、煙臺炭の分析を申しますれば

水分 1.34% 灰分 13.3% 氣發分 11.78% 固定炭素 73.59% 全硫黄 1.79% 磷 0.073%

同じく灰分の分析は

硅酸 40.4% 礬土 30.4% 酸化鐵 20.66% 石灰 3.15% 苦土 1.18% 酸化滿俺 0.224% 亞硫酸 3.24% 磷 0.08%

Fig. 13. A.



であります、燃料を混じます割合は如何かと申しますれば、骸炭粉は餘り試験致して居りませんから十分申上げ兼ねますが、煙臺炭ならば5%位が最も結果が宜敷い様であります尤も茲に申上げました様に5%と申しまして粉末の程度に依つて相違があります、即ち6耗以下なれば5%位であります、之れを3耗以下と致しますれば4.5%

Fig. 13. B.

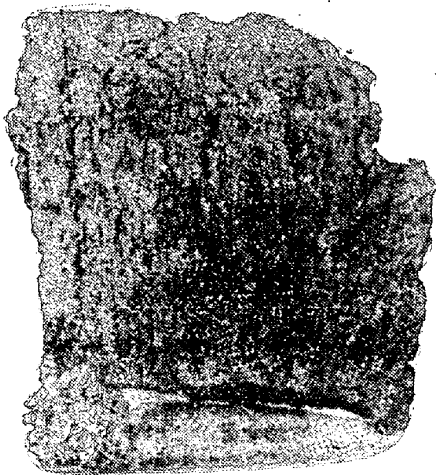
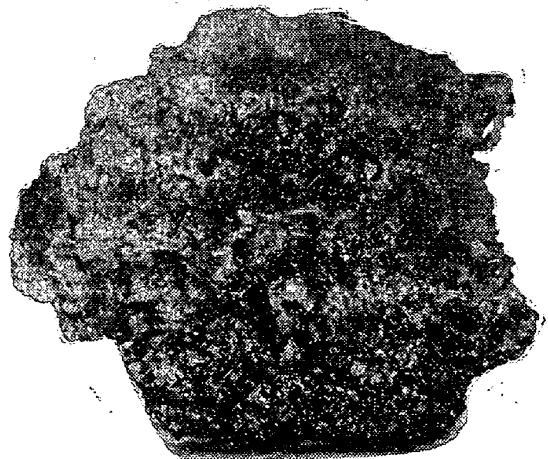


Fig. 13. C.



位で良好の結果を得られます。

燃料に就きまして今一言申上げねばなりません、燃料を餘り多く混じ過ぎますれば第十三圖のAにあります様に表面に並行に層をなしまして空氣の通路を妨げ従つて火が下部まで達せずレターンが多くなります、出来た製品も墜落試験の結果、粉末になり易い結果となつて居ります、又若し混じました燃料が少な過ぎました場合は第十三圖Bの様に縦にカラムを列べた様なものになり、此の中に粉鑛を包含致すので、墜落試験の結果は又宜敷しくない事になります、然し丁度前に述べました様に5

%位の燃料であれば第十三圖 Cにある様に前の兩者の中間の状態になりまして墜落試験の結果も良好であります。

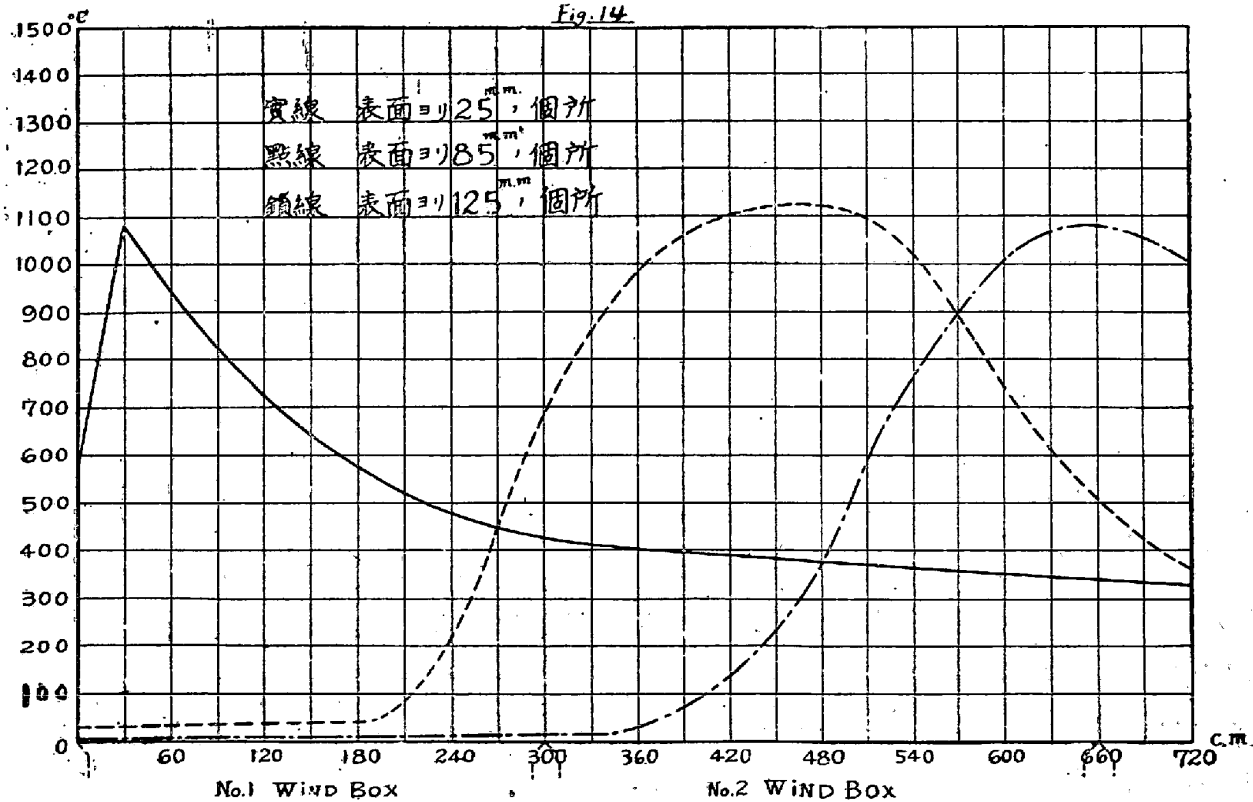
二、含水量 焼結を致します時に処理する粉鑛の含水量が亦結果に相當影響を及ぼします、多過ぎても少な過ぎでも結果は宜敷くないのであります、含水量が多いからと申して無暗に燃料を加へましても、夫れは表面の一部が早く焼結致しまして、結局は燃料の多い時と同様の結果になるのであります、鞍山の鑛石の様に微粉のものを處理致します時は、水分は約 10% 位が適當の様であります。

三、鑛石層の厚さ 焼結を致します時鑛石層の厚さは有效の厚さ 200 耗迄許さるゝのであります、之れは煽風機のドラフトと鑛石の粉末度とに依つて加減する必要があります、私方の機械では風箱内で水銀柱の 45 耗のドラフトになつて居りますが微細のものを處理致します時は鑛石層を厚くすれば結局パレットの速度を遅くする必要があります、私方ではパレットの速度は毎分約 200 耗でありまして、その場合層の厚さは、150 耗位が適當の様であります。

四、鑛層の下敷 パレットの底部スリットより粉末鑛石の遺漏を防ぐ爲めに、普通 5 耗乃至 13 耗の小塊を 25 耗位の厚さに下敷として置くのであります、所が焼結鑛が棒篩で分けらるゝ 13 耗以下のものを全部レターンとしてコンセンツレートに混じますならば、下敷を置いても置かないでも大差がないのであります、何故なればパツグミルからパレットの上に落ちます時に、その中の多少塊状のものは先に轉がる傾向がありまして、結局之れでスリットを填める事になりますからであります、然し粉状のもののみを處理致します場合は、鑛層の下敷を用ひた方が結果は遙かに宜敷しいと思ひます。

燒結温度

Fig. 14



五、燒結溫度 燒結溫度は如何なものかと申しますれば、大體第十四圖の曲線の様になります、此の曲線は鑛層 150 耗の場合に表面より 25 耗、85 耗、125 耗の所で表面に點火致しまして、燒結を了ります迄の溫度の上昇を示したもので最高攝氏の 1,130 度位になつて居ります、風箱から煽風機に至る間の煙道では何程かと申しますれば、攝氏の 45 度位であります、此れは測定が仲々困難でありまして多少の相違は免れぬと思ひます、御参考にコンセンツレートの熔解點は何程かと申しますれば 1,150 度から 1,200 度であります。

六、動力 燒結に際しまして、その機械の運轉、煽風機の運轉、其他運鑛帶等の運轉に要します動力を見まするに、現在では能力が小さいので比較的多くの動力を要しまして約毎當り 40 キロワット時となつて居ります、然し能力の大なる 3 百瓩の如きものを使用致しますれば毎當りの動力は半減致しまして、20 キロワット時で十分であります。

七、燒結機の大體の成績 現在私方の試験工場で使用致して居りますものは、一日の能力は百瓩であります、之れが大正 13 年 4 月から運轉致しまして以來十ヶ月になりますが、まだ十分の成績を擧げて居ないのであります、最初は一日 11 時間位の操業で 30 瓩の製産で 13 耗以上の塊鑛の回收率が 50% 乃至 60% 位であつたのであります、最近では少しく上達致しまして、13 耗以上の塊鑛が 80% 乃至 85% 位の回收率になつて居ります、製産量もまた一日 100 瓩には達しないのであります、之れは經驗の足りない結果と信じて居ります、將來は豫定の成績を擧げたいと努力致す考へであります。次に燒結鑛は最後に如何な成分を有つかと申しますれば、(單位%)

	SiO ₂	Fe	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	MnO	S.	P.	Cu
大 孤 山 原 鑛	43.74	38.57	0.40	0.01	0.15	0.11	0.010	0.02	—
コンセンツレート	13.94	60.80	0.74	0.40	0.087	0.15	0.031	0.029	—
燒 結 鑛	14.53	60.40	0.70	0.30	0.075	0.14	Tr-0.01	0.029	—

でありまして之れは一例に過ぎませんし、且つ同一の原鑛から出た試料でないので一致せぬ所もある様であります、然し大體に於きまして硫黃、磷には大した影響がない様であります。

八、燒結鑛の墜落試験 13 耗以上の燒結鑛を取りまして、之れを 3 米の高さより鐵板上に落して、之れを篩分けを致しますれば 13 耗以上が 80.72% となります尙ほ 13 耗以下のものは次の様になります (之れは數回の試験の平均であります)。

13 耗	— 9 耗	1.14 %	} 10.18%	48 メッシュ— 65 メッシュ	1.64 %	} 9.09%
9 耗	— 4 メッシュ	2.25 %		65 メッシュ—100 メッシュ	2.02 %	
4 メッシュ— 8 メッシュ	2.83 %	100 メッシュ—150 メッシュ		1.50 %		
8 メッシュ— 14 メッシュ	1.67 %	150 メッシュ—200 メッシュ		1.50 %		
14 メッシュ— 28 メッシュ	1.07 %	200 メッシュ以下		2.43 %		
28 メッシュ— 48 メッシュ	1.22 %					

此内で 48 メッシュ以上と以下とに區別したのは、後に申上ますが昨年十月燒結鑛を高爐原料として試用致しました時 48 メッシュ以下の粉末状のものは高爐作業に付て少し困難な様であります、

48 メッシュ以上なれば高爐作業に對して左して惡結果がないのでありますから夫れで後の参考に申上げて置きます。

九、硫酸滓の焼結 之れは直接鞍山では必要ではないのであります、日本内地では製鐵の原料と致しまして、硫酸滓は見逃す事の出来ない重要なものと信じます、昨今夫々之れが利用に就ては御研究になつて居られる様でありますから、御参考に此の硫酸滓を焼結致して見ました、尤も試験を致しました量が僅かでありますから、十分に申上げ兼ねますが、大體の御参考として御聞取りを願ひます。

原料硫酸滓は鞍山のコンセンツレートに比べますれば、その大さが大體に於て大であります、即ち48 メッシュ以上が 54%、150 メッシュ以下が 30% でありました、之れに混じました燃料は矢張り煙臺炭の 6 耗以下に粉碎致しましたものであります、水分は約 11% で、燃料を 3% 乃至 6% 迄次第に變つて試験を致しましたが、その内 3% のものは焼結が不十分で 4% のものは焼結は可なり宜敷う御座いましたが、非常に脆弱でありました、5 及び 6% のものは焼結の結果は良好でありました、此の 5% 燃料のも 13 耗以上の塊状のものを墜落試験（高さ 3 米の高さより鐵板上に落し篩分をなす）の結果は、

13 耗以上 78.4% 13 耗以下 48メッシュ以上 20.2% 48メッシュ以下 1.54%

と云ふ良好の成績を得ました、即ち 48 メッシュ以下のものは鞍山のコンセンツレートを處理致しましたよりも、僅かであると云ふ事であり、然らば硫酸滓の成分と之れが焼結した場合の成分とは如何なるか、即ち最も大切な硫黄の如きは如何なるかと申しますれば（單位%）

	Fe	SiO ₂	FeO	CuO	S	P	C	Al ₂ O ₃	CuO	MgO	MnO
硫酸滓	60.00	6.60	10.30	0.194	4.803	0.021	Tr	1.70	0.125	0.217	0.190
同上焼結	63.00	10.00	18.20	0.233	0.176	0.024	0.49	0.75	0.175	0.217	0.154

でありまして、焼結の爲めの脱硫度は燃料から來ますものを計算に入れませぬで 96.3% と云ふ好成绩でありまして、一度焼結を致しますれば大低の含硫礦石も高爐の原料として使用が出來ると信じます、夫れでありますから硫酸滓の如きは十分御利用になることを御勧め致します。

十、鑄鐵原料としての焼結 燒結鐵が生鐵と比較致しまして高爐原料として最も相違の點は有孔度の大きなることとあります、現在鞍山で使つて居ります平均 53% 位の富鐵の有孔度は 9 乃至 12% に過ぎませんが、燒結鐵は 50% 乃至 55% を有つて居ります、従つて高爐内で瓦斯に接觸致します面積が大でありますから、還元速度も比較的早い事は考へられる所とあります、然し缺點と致しましては有孔度が大きなるだけ、單位重量が小となりまして、生鐵に比して爐内の降下速度が大となることとあります。

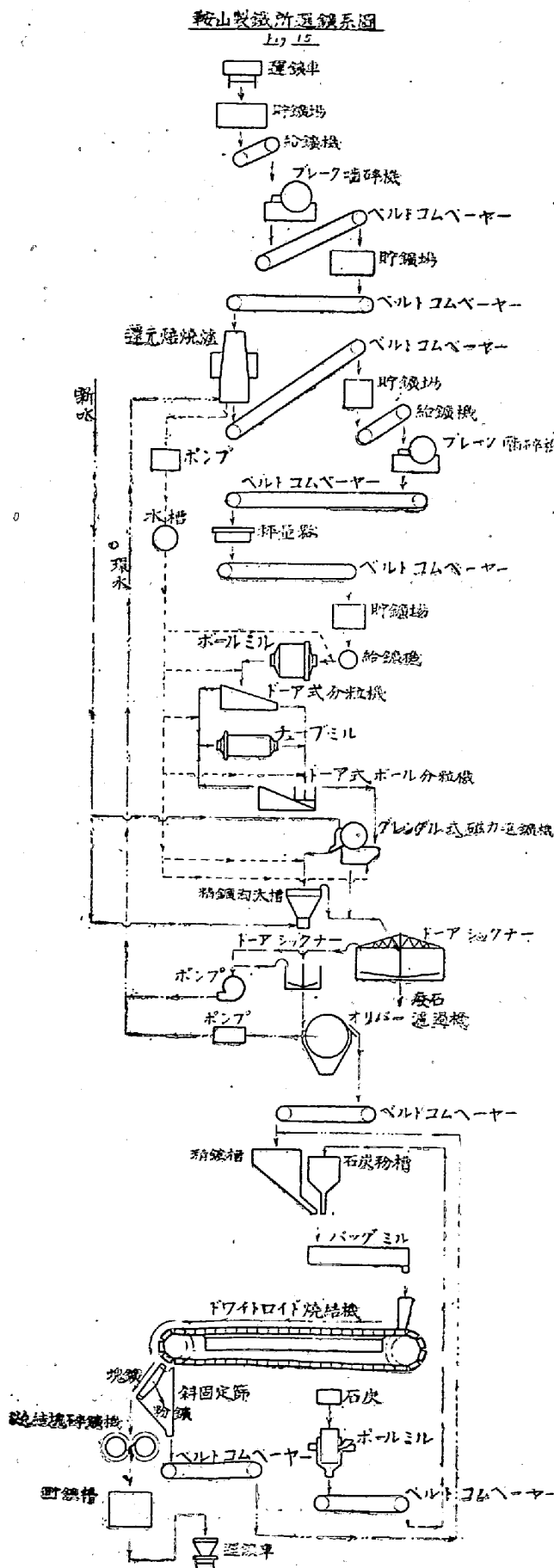
外國の例を見ますれば、同じ含鐵分のものでも燒結鐵を使用致しました場合に、50% 以上も出鉄率を増して居るものもある様であります、然し之れは到底望み得られぬにしても、20 乃至 30% 位の出鉄

率は増すであらうと豫想致して居りましたし、且つ亦焼結鑛使用の場合の骸炭の如きも生鑛を使用致します場合比較致しまして大きさも小さく亦比較的燃へ易いものが必要ではないかと豫想致しましたのであります。夫れで鞍山では丁度高爐の大修繕が出来て居りまして、吹下を致す事になつて居りましたので、昨13年10月末から約3週間に亘りまして、其當時貯藏致して居りました焼結鑛を4千吨許り高爐に試用致しました、骸炭は撫順炭8、本溪湖炭2、の配合のものを使用致しました、最初は装入の10%位宛焼結鑛を混用致しまして次第にその量を増しまして最後に82%迄の焼結鑛を混用致しました、焼結鑛の大きさも最初は100耗位の大きさで、生鑛は50耗乃至70耗位のものを使用致しました、その結果は誠に順調に参りまして、従來時々懸滯を致して居りましたものも一度の懸滯もなく、亦、10時間餘の休風も致して見ましたが、之れも何等の故障を起さなかつたのであります、然らば出銑量は如何かと申しますれば、之れは試用致しました高爐が前に申上げました通り既に老齡に達して居りますので、常に出銑量に付ては手控へを致して居りましたが尙ほ且つ20%以上の出銑増加になつて居りますし、骸炭の使用率も20%近く減少致して居ります。

夫れで最初私共の豫想に近い成績を得たので大に安心を致しました次第であります、此の試験は前にも申上げた通り、單に骸炭の大きさ、混用する生鑛の大きさ等を定めるのが主なる目的でありましたので、出銑量の試験にはならなかつたのであります、現在焼結鑛が約9千吨以上貯藏致して居りますので本年5月頃に新らしき高爐で、出銑の試験その他を試験致す考へであります、その試験を経ての上でないと十分には申上げ兼ねますが、大體に於て焼結鑛は高爐原料と致しまして誠に結構なものである事だけを申上げて置きます、最も高爐に装入致します時の焼結鑛の大きさであります、最初は100耗位に致して居りましたが、後ちにはスキップの底から出得る大きさのものならば何でも宜敷い、粉末でも何でも宜敷いと云ふ事になりました、現にその當時使用致しましたのは5耗以下の粉鑛65%迄を混用して何等の故障を起さなかつたのであります、フリユーストも試験期間が短かつたので十分には申上げ兼ねますが48メッシュ以下の粉が多くなれば其の量が殖へる様であります、夫れ以上の大きさなれば別に問題にする必要はないと思ひます、墜落試験の時に申上げました48メッシュ云々は之れから申したのであります。

第 七、 結 論

以上申上げましたのが鞍山製鐵所に於て今日までなされました貧鑛處理の研究の概要であります、結果から申ますれば、必ずしも上乘ではないので、尙ほ幾多改良を加ふべき點があるのであります、然し前に申しました通り、鞍山製鐵所と致しましては、原料鑛石の缺乏は眼前に廻つて居るのでありますから、以上のデータを基礎として、經濟上如何なるかと云ふ點も十分考慮致したのであります、鞍山としては十分採算に合ふとの自信はありますが、一方から申しますれば會社として最も慎重を要する事でありますから、滿鐵社内に技術委員會を作つて之を審査致させますし、又一方内地斯界の權威者に御願ひ致しまして審査を乞ふたのであります、何れも經濟上心配はいらないと云ふ決定になりました。



たので、會社でも大正 13 年 14 年の二ケ年に於て現在建設済みであります高爐二基に對する選鑛工場の建設、骸炭爐の一部増設、副産物工場の擴張、動力、水道等の諸設備の完成とを合しまして 1.1 千萬圓を投ずることに決定致しまして現在盛に工事を致して居ります、その内で選鑛工場に約 5 百萬圓を要することになります、今選鑛工場の本設備の大要を申すれば第十五圖に示す様なものでありまして、之れが完成は本年十月末になると思ひます、愈完成致しますれば一日に原鑛 2.4 千噸を處理致しまして約 1.2 千噸の含鐵分 60% の燒結鑛を産出する能力を有することになります、原鑛と致しましては 11 鑛區の内で大孤山が平均品位も宜しく、採掘、運鑛共に便利でありますので、大孤山から始める事になつて居ります、大孤山は平均品位が約 36% で鐵道線路以上の埋藏量の約 1 億噸であります、大孤山からは 15 吋位の大きさのものを選鑛工場に運んで來まして、第一碎鑛機で之れを 4 吋位に碎き、次に之れを焙燒致しまして、次には第二碎鑛機で 1 吋以下に碎き之れをボールミル、及びチューブミルで磨碎を致しまして、分粒器で分粒致しまして全部を 150 メッシュ以下に致し、之れを濾過機にかけ水を切りまして、之れに粉末燃料約 5% を加へまして燒結機にかけて固めるのであります、固めましたものは一應ロール碎鑛機にかけて 56 吋位の大きさとして之れを直ちに鑛鑪に裝入する段取りになりますのであります。

最後に滿鐵會社では、缺損に缺損を重ねて居る鞍山製鐵所に 1.1 千萬圓と云ふ老大な金を注ぎ込むことは甚だ不都合ではないかと云ふ批難が出るかと思ひますが、現在では御承知の通り滿鐵會社

と致しまして鞍山製鐵所の爲めに毎年百何十萬圓のネットの損を致して居るのであります、併しながら今之れに前述の 1.1 千萬圓を投じますれば、現在の炭價及び運賃で現在の銑鐵の値段で勘定致しますれば、鞍山製鐵所としては未だ少しく缺損になりますが、會社全體から申しますれば、石炭の利益及び運賃の利益がありますから、會社として考へる時は今迄の缺損がなくなりまして結局經濟もよくなる事になります。

終りに臨みまして鞍山に於て貧鐵處理の研究に着手致しまして以來、多方面から色々の批難攻撃が出まして、其の衝に當つて居りました私共は随分苦しい思を致したのであります、滿鐵幹部の同情ある諒解と、先輩各位の御鞭撻並に鞍山製鐵所上下一致したる援助とが今日の結果を齎らしたものでありまして厚く感謝致す次第であります、之れを以て本講演を終る事に致します。(終)

○會長(河村驥君) 唯今の御講演に就て御質問なり御意見のあります方も定めしありませうと考へますが、時刻も餘程過ぎましたから、それ等の御意見は後刻懇親會の卓上で承ることに致したいと考へます。梅根君は御多用中の所を御繰合せ下さいまして、遠路の所わざわざ御上京下され、我國鐵礦資源の少い關係上、將來我國の鐵鋼國策の樹立上に最も重要な關係を有する所の、滿洲に多量に存在して居る貧鐵處理の方法に就て多年御苦心御研究の結果を、ロースティング、セパレーティング、シンターリング及び熔鐵爐の實際の御使用に亘りまして、極めて適切な御講演を下さいましたことは、時節柄最も有益にして且參考となる資料を我々に御提供下さいましたことと考へます、同君に對し深厚なる敬意を表し、且一同を代表して厚く御禮を申し上げます (拍手)。

硫酸滓焼結に就ての實驗

大 平 一 郎

本稿は著者が當學學士試驗論文として提出せるものなるが或は讀者の御參考ともなり得んかと察し敢て推舉掲載を乞ひたるものである。

大正十四年五月 九州帝國大學工學部冶金學教室にて

金子恭輔

第 一 篇 緒 論

第 一 章 燒 結 の 目 的

鐵粉燒結の目的は製鐵原鐵として具有すべき要素を可及的多數獲得せしめんとするに在り。今諸論文に引用さるゝ該要素を記せば次の如し。

鐵團鐵(燒結鐵)の具有すべき要素 一、運搬、保存、及び製煉の際に崩壊せざる如き機械的諸性質を有すべきこと。即ち抗壓力は1平方糎につき60 疋以上。又3乃至4米の高所より鐵板上に墜落せしめ、假令破壊することあるも粉鐵を生ぜざること。二、天候的影響に對する抵抗性を有すべきこと。即ち日光雨露等に長く曝露するも崩壊せざること。三、或る一定の長時間水中に浸け置くも軟化崩壊せざること。四、相當の有孔率を有すべきこと。五、熱間に於て尙次の諸性質を有すべきこ