

鐵 と 鋼 第十六年 第九號

昭和五年九月二十五日發行

論 說

歐米に於ける鐵鑛處理の斷片談

(昭和 5 年 3 月 29 日日本鐵鋼協會第 15 回通常總會後講演)

桂 弁 三

私の話はほんの斷片でございます。私は最近歐米を見學旅行いたしましたので、俵理事から何か私に話をするやうとのことで、主に非鐵冶金のことに付て調べました私としては、皆様の御聞きに入れるやうな有益な材料も有ちませぬが、一、二表題の如き御話をしようと思ふのであります。

鐵鑛の處理と申しましても、廣い意味から言へば、鐵冶金の大部は鐵鑛處理でありまして、非常に大きい看板を掲げることになります。私の話は是れ以外に多々有益な問題があるにも拘らず、極めて局部的、斷片的な纏らない話になるかと思ひますが、御許しを願ひます。それで私の御話いたしますのは、電氣製鐵のことと、スポンジ鐵のことと、粉鑛の燒結とそれから含銅硫化鐵の處理法と、此四つの事項に付きまして、然かも極く大體の御話を致したいと思ふのであります。

電氣製鐵 先づ電氣製鐵の方から、御話いたします。今日瑞典、諾威で電氣製鐵の産額は約 11 萬噸(噸は佛噸を意味す、以下準之)其の中、瑞典が約 8 萬噸、諾威が 3 萬噸餘で、工場は、瑞典では Domnarfret, Hagfors, Trollhättan の 3 箇所、諾威では、Bremanger, Christiania の 2 箇所あります。それで爐は何れも三相式で爐の型は瑞典では、ずつと以前から全部エレクトロメタル型の高爐で、上部が木炭鑛爐と同形になつて居り、ハースのところの周圍に、斜に電極が配置してある、鋼管會社の新湊の工場で會て用ひられたのと同じ型で、此型が盛に使用されて居る。諾威の方では横型の爐を使つて居り、それに電極が大抵 3 本竝んで垂直に入つて居る。爐の電力荷重は高爐、横爐を通じて、小さいので 2,000 K.W. 大きいのは横爐にて 10,000 K.W. 高爐にて、8,000 K.W. で各一箇所がある。大爐の方が噸當りの勞賃、電力費少く、均一なる製品を得るの利益がある。併し最も普通に使はれて居るのは、矢張り、3,000—4,000 K.W. (50—120 V.) の爐で、産額は一晝夜に、30—40 噸のものであります。エレクトロメタル型の爐は鋼管會社で 10 餘年前に用ひられたときと大した進歩がないのであり

ます。併し、一、二變つた點を申しますと、ハースのところのアーチが、以前は平たかつたのが、今日は勾配が餘ほど急になつて居る。そうしてアーチとシャフトとが元は續いて居つたのが、今は全く切れて居り、アーチの上端に冷却水用の鍊鐵製管を鑄込みたる鑄鐵製水套金物が取付けられ、シャフトの下端の金物との間に徑約一吋の石綿製のロープを押し込みて氣密に保つて居る。此の爲めにアーチの保持が餘程よくなり、アーチ全部の取替は2ヶ年毎に之を行つて居る。さうしてアーチのところを、外から低壓の空氣を吹き付けて冷し。ハースの外被鐵板には直接散水を爲して冷却して居る。電極は大抵普通のカーボン電極を使つて居る。3,000—4,000 K.W. の爐だと、徑 60 糎のものでありまして、それを 6 本使つて居る。諾威の横型の爐では例のゾーダーベルグの電極を用ひて居る。即ち長い鐵のシリンダーの中に、アンフラサイト粉を黒鉛化したものを主體とし、此にコークス粉を混じ少量のコールター及びピッチと混ぜ合せたものを、攝氏 120° に熱したるペーストとして、時々装入し、木のスタンプにて軽く打ち込み、之を電極として居る。

電氣製鐵の原料として用ひて居る鑛石は、一般に磁力選鑛の精鑛を主とするが、一部は磁鐵塊鑛をも用ひ、可なり大きな塊鑛(4 吋以上)も使つて居る。精鑛は少量は其儘用ひらるゝも、多くはグリナワルト又は其他の燒結機で燒結し、3 吋以下のものとして用ひて居る。そうして此等装入鑛石の品位は、低いのは 55% 位のものもあるが、大抵、鐵 60—65%、硫黃 0.006—0.026%、磷 0.003—0.006% です。概ね銜劑として石灰石を 10—15% を使ひ、其大さは 6 吋位迄を用ひます。それに尙種々なものを混ぜるから、總装入物の鐵分は稀には 60% の場合もあるが、概ね 50—55% である。還元劑には大抵皆木炭を使つて居る。副産物木炭窯の製品は性質が製鐵には不適當で、普通の土窯製を使用して居る。木炭は磷の低い 0.014% と云ふような磷分のものを使つて居る。木炭の使用量は銑鐵に對して 35—40% に當つて居る。木炭の磷分に歸因する銑鐵中の磷分は通常約 0.005% として勘定して居る。冬期雪の爲めに炭燒場からの運搬不能となり、之に備ふる爲めに最近は、製紙のパルプ工場から出る木の屑片から造つた劣等木炭を利用して約半分位併せ用ひて居る。是れは經濟上から行はれて居ります。諾威では屑コークスを用ひて居る所もある。

それからエレクトロメタル型の爐で、爐瓦斯のサーキュレーションには、銑鐵 1 噸に對し約 1,000 立方メートルの瓦斯を常に反覆循環せしめて居る、爐瓦斯は僅かに其一部を自爐の循環に用ひて居り、其大部分は他に利用して居る、即ち大抵爐瓦斯は銑鐵 1 噸に對し約 600 立方メートル位出ます。其成分は一酸化炭素 60—70%、炭酸 15—20%、水素 7—14%、メタン 1.5%、酸素 0.2% (爐體の外被たる鐵板はよく填隙され、空氣の洩入を防いで居る)、窒素 3% (木炭より入る) のもので、發熱量は 1 立方メートル約 2,400—2,500 カロリであります。此爐瓦斯は大部分は平爐製鋼に利用して居る。中には別に利用しないで爐頂より廢棄して居るものもある其爐瓦斯の一部を循環して爐下部の電極間に爐アーチに沿ふて設けられたる 6 個の徑 150 糎の鐵管より吹き込んで居る。之は還元よりも寧ろ其部分を冷す目的にて用ひて居ります。全爐瓦斯量の約三分の一即ち 1 噸銑鐵に對して約 200 立方メートルを、斯くして

循環せしめて居る。爐瓦斯は攝氏 60—70 度の溫度にて爐頂より出るが、先づ之を洗滌して用ひますから、普通の氣温となつて利用されます。横爐の瓦斯は平爐製鋼及其他に利用されて居る。大體是くらの御話で別に變つたことはありません。

一體どんな種類の電氣製鐵を生産して居るかと申しますと、白鉄も鼠鉄も造るが鼠鉄の方を多く造つて居る。白鉄の大體の成分は炭素 3.5%、珪素 0.3%、滿俺 0.1%、磷約 0.02%、硫黃 0.02% 以下、銅 0.003% が典型的のものである。是れは主に獨逸に坩堝、電爐、平爐等の製鋼原料として輸出されて居るが、此量は少ない。鼠鉄の標準成分は珪素約 1%、滿俺 0.2% 以下、炭素 3.8—4%、磷 0.02% 以下、硫黃 0.01% 以下である、是れは自國にて平爐製鋼に用ひ、一部は日本、獨逸等にも輸出されて居る。それから或所では装入物中にフェロマンガンの製造より出る滿俺の含有高き鑛滓（滿俺 10% 以上のもの）を加へ、滿俺 3%、炭素 4%、珪素 1%、磷 0.02% 以下、硫黃 0.01% 以下のベセマー鉄及び滿俺 1% を含む平爐鉄を作つて居ります、其他磷 0.025% を含む自國の平爐製鋼用鉄をも造つて居る。それから電氣製鐵爐の鑛滓の成分は鐵 0.8—1.5%、珪酸 35—50%、石灰及苦土 40—55%、礬土 3—10%、酸化第一滿俺 0—3.5% である。

それから製造費（1928 年 11 月頃にて）を申しますと、電氣製鐵 1 噸當り約 86 kr. から 101.4 kr. の間です、即ち日本約 48 圓から 56 圓（1 kr. を 0.55 圓として換算す）に當つて居る。其中で最も主なるものは鑛石代である、鑛石は可なり高價で品位、鐵分 60% のもの 1 噸當り 18 kr.（約 10 圓）から約 22 kr.（約 12.2 圓）のものを使つて居るから、1 噸の電氣鉄鐵に對して 1.7 噸の鑛石を要し、其價額は 30.6—37.2 kr.（約 16.8—20.5 圓）になる、即ち、全製造費の約 $\frac{1}{3}$ は鐵鑛代に掛る。之に次いで木炭代である、木炭は高價であつて、1 噸の價格 50—71.4 kr.（約 27.5—39.3 圓）に當つて居り、1 噸の電氣鉄鐵に對して約 0.4 噸を使用するとし、此價額は 20—28.6 kr.（11—15.8 圓）に當る。それから次は電力費ですが、電力は大抵装入物中鐵分 50% の場合に、1 噸の鉄鐵に對して所要全動力及び電燈を含み約 2,500 K.W.H. になつて居ります、もつと品位の良いもの例令ば鐵分 60% の装入物の場合には 2,100 K.W.H. 位であります。是は 2,500 K.W.H. としまして、電力料は何處でも廉い、電氣製鐵を行つて居るところは何れも 1 K.W.H. が 5ö（2.8 厘）以内であります、それで電力費は 12.5 kr.（約 6.9 圓）になります。それから勞銀は高い、8 時間 8 kr.（4.40 圓）位で、鉄鐵 1 噸當り 10.2 kr.（5.60 圓）になる。修繕費（材料及び勞賃を含む）は極く僅かで、鉄鐵 1 噸當り 3 kr.（約 1.70 圓）である。事務費及び其他税、保險、分析等を含む一般費も鉄鐵 1 噸當り 3.4 kr.（約 1.88 圓）^(2.8 圓) であります。それから資本の償却は 20 箇年として、鉄鐵 1 噸に對し、償却費約 2.3 kr.（約 1.3 圓）に當つて居る。此外鉄鐵 1 噸に對し、石灰石費が 2.4 kr.（約 1.3 圓）、電極費 2.1 kr.（0.006 噸を要し、1 噸の價格 350 kr. とす。ゾエーダーベルグ電極の場合には 0.01 噸を要し、價格 120 kr. 即約 1.20 圓で、總計只今申上げたように、1 噸が 48 圓—56 圓^円の製造費になつて居る。

ところが電氣製鐵を日本でやると云ふ場合には製造費は如何であるかと申しますと、鑛石費は是れ

より少し廉くなる、それから勞銀が遙かに廉く約半分になる、木炭費も安價なるべく、此等の點より見るも銑鐵1噸當り少くとも4—5圓は安くなると思はれる、其の代り日本では電力費は高いが、能く近頃は方々で電力が餘つて居り、電氣製鐵はどうだらうと云ふような問題に觸れますが、必しも日本で見込がないとも言へないと思ひます、假に電力價1. K.W.H.を5厘として勘定すれば總經費は略彼地に於けると同額たることが出来る。

それから電氣銑鐵がどの位に賣れて居るかと云ふと1噸の價格90—100kr. (約50—55圓(1928))に賣れて居り、即ち木炭銑と約同價である。だから收支略とんとんくらゐになつて居り、なかなか經濟上苦しいところに居ります。

スポンジ鐵 これから次はスポンジ鐵に就て申します、スポンジ鐵を製鐵の原料に使用して有効であると云ふことは、最近歐米で認められて、種々此頃の問題になつて居ることは御承知の通りでありまして、現にスポンジ鐵製造に關する試験工場は非常に澤山あります。其の中でも稍々實行的に近いものは、諾威ではNorske Stål會社で、回轉爐を用ひ、瓦斯で還元するEdwinの方法と云ふので、トロンジエムに試験工場を設け、永年研究されましたが、是れには獨逸のクルツプ會社が數年關係して居り、クルツプ及びフェライニヒター・スタールウェルク2會社の共同出資で約百萬マークを費し、ボフォームに於て、1ヶ年スポンジ鐵約2萬噸の能力を有する半工業的試験工場が建設中であつた。又米國のSmith氏の發明したGeneral Reduction Corp.の法と云ふのは、是れも既に雑誌に發表されて居りまして、爐はコークスオヴンに類似する、幅10呎、高さ16.5呎、長さ20呎のレトルト状のもので、還元帶はカーボランダム煉瓦壁より成り、爐頂から装入し、下から取出し、連續的操業を行ひ鑛石は約 $\frac{1}{4}$ 吋に碎き、還元劑と共に装入して、レトルトの周りのフリーユからコークスオヴンのやうに瓦斯で熱し、又装入物の餘熱及び成出物の冷却も行ふのである。ゼネラル・レダクション・コーポレーションなる新會社がデトロイトに出來て、1日50噸^レ(成出物)の工場(5箇オヴン)で試験中であつたが、私の見學した時は丁度動いて居なかつたが、スミス氏より懇切なる案内を受けた。これも相當に面白さうな話であつたのです。當所の經驗に依り、成品1噸^レのコンヴァージョンコストは約3弗とのことである(磁力選鑛機、ブリクティングプレス等を含み約200HPを使用す、電力費は $\frac{3}{4}$ 仙/K.W.H. 勞銀は8時間5弗、1噸^レ成品に對する勞働費は約1 $\frac{1}{2}$ 弗)。其他、多數のスポンジ鐵或はダイレクトプロセスに關する方法が瑞典・諾威等にありますが、併し何れも試験的のもので、實行されて居ない、其眞價はまだ未知數で將來の成績に待たなければならない。

然るに20年來工業的に事業を續けて、今日もスポンジ鐵を製出して居るのは、瑞典のHöganäs工場であります。此法は日本鋼管株式會社が專賣使用權を得て居り、嘗て同會社で實行されたことがあります。此法の發明者はSieurinなる人ですが、現に當所の所長である。此工場に於て1ヶ月スポンジ鐵約600噸を生産して居りますが、之を2倍の産額に増大する爲め擴張工事中であつた、昨年秋から全生産を見て居ることと思ふ。私は此工場を見學することが出來て、餘程面白い方法だと思ひ

ます。今日、スポンジ鐵が世間の問題になつて居る際でもありますから、鋼管會社の承認を経て、一
通り御話をするに致したのであります。此ホーガネス法と云ふのは御承知のお方も多からうと
思ひますが、耐火粘土製の内徑 30 糎・深さ約 50 糎・壁の厚さ 25 耗・底の厚さ 35 耗の圓筒狀の壺
(Kapsel) の中に、原料たる磁力選鑛の精鑛と、パツキング兼還元劑とを、兩者とも豫め回轉式乾燥
機にて乾燥したるものを、交互に層狀をなして装入し、之を爐中に入れて加熱して、スポンジ鐵を造
る方法である。壺中の各鑛層の厚さは約 5 糎、徑約 25 糎に装入し、鑛層と鑛層との間のパツキング
の厚さを約 4 糎とし、各鑛層をすつかりパツキング劑にて圍繞し、1 壺内に約 5 段の鑛層がある如
くして居る。かくして出來上つたスポンジ鐵はパツキング劑に圍まれたまゝ、5 枚の圓板狀となつて、
容易に取出すことが出来る。

還元劑兼パツキング劑には石炭でも宜しいが、現に灰分 25 % を含む劣等の屑コークスを瑞典・諾
威・獨逸等の附近の都市より買ひ集めて、ボールミルにて 8 メッシュ以下に碎いて用ふる。其使用量
はスポンジ鐵に對し約 80 % である。灰分の含有量高きものも差支なきも、其性質が鎔融し難きもの
たること及び硫黄含有量の少きことが要件である。現に用ひて居る粉コークス中には約 1 % の硫黄を
含んで居り、之を固定してスポンジ鐵中に入るを防ぐ爲めに約 10 % の生石灰を混合し、此には混合
機を使用して居る。

磁鐵精鑛及びパツキング劑を交互に壺中に装入するには現に 4 臺の装入機 (パツキングマシン)
に依つて自動的に之を行つて居る。装填したる壺を加熱する爐は幅 6 米・長さ約 80 米・深さ約 2.5
米のピット狀の並行せる加熱室 2 箇を有す、現に 1 箇のみを使用せるも近々より 2 箇を用ふる。
此 1 箇ピットの中に 12—15 箇の壺を一列として、之を 4 段に積み重ねる、即ち一列に約 50—60
の壺が並び、之が搬入には 8 噸起重機 1 臺に依り懸垂さるゝ特殊の搬入機にて之を送致し、一列一
列と搬入して爐内に装填する。斯くして 1 ピット (1 サークレーション) 中に約 12,000 箇の壺が這
入つて居る。出來上つたの取出すには同様に他の 8 噸起重機にて、排出機に依り 50—60 箇の壺を
一度に取扱つて居る。大變便利に出來て居ります。爐の加熱は發生爐の瓦斯に依り、爐は耐火煉瓦を
製造するメンドハイム式連續釜 (リングキルン) の法式で出來て居る。瓦斯は爐の天井から、爐幅に沿
ひ配置する 4 箇の鐵管より入れて加熱する。壺の搬入を終ればピット上に I 型鐵に厚さ 200 耗、300
耗平方の煉瓦板を取附けたるものにて蔽ひ、ルーフとする。爐の餘熱を以て壺内装入物を乾燥し、次
に段々高温に餘熱し、最後に充分瓦斯を送り最高熱に高める。斯くして瓦斯を以て約 40 時間攝氏
900°—1,100° に加熱する。其後は餘熱又は空氣を以て段々冷却する。結局壺が爐内にある總時間は約
10 日である。各壺の磁鐵精鑛の装入量は約 35 疋で、それをスポンジにしますと、約 25 疋になる。
毎日約 1,200 壺宛を引揚げて、其跡に其れ丈け装入して行くやうに操業して居る。

如何なる原料を使つて居るかと申しますと、づつと以前から用ひて居るゲリヴァラ鐵山の磁鐵精鑛
を使つて居る。ゲリヴァラ原鑛は赤鐵鑛と磁鐵鑛と混つたもので、大抵赤鐵鑛其ものゝ中には磷が

0.03 %磁鐵鑛の中には 0.01 %或はそれ以下であります。此混合鑛を、ゲリヴァラでは方々の採鑛場にある乾式選鑛場にて精鑛を收め、鐵分約 40 % を含む片双を中央選鑛場に集めて碎鑛機・ボールミルで細碎し、磁力選鑛に附し、其の磁力精鑛(磷 0.10 %)を更にチューブミルにて 0.2 耗に磨碎して、再び磁力選鑛(濕式)に掛けて、磷分 0.02 %の精鑛として居る。此精鑛をホーガネス工場にて再選鑛してスポンジの原鑛として居る。此精鑛の鑛粉の大きさは 40 メッシュ以上約 1.5 %、40 以下 100 メッシュ以上 25 %、100 メッシュ以下 20) メッシュ以上約 33 %、200 メッシュ以下 40.5 %のものである。其品位は鐵分 70—71 %、磷 0.007 %、硫黄 0.006 %、ヴァナディウム 0.17 %、銅痕跡である。

それで製品たるスポンジ鐵は、どう云ふものが出て居るかと申しますと、標準品位、總鐵分 97 % (95 %保證)、酸素 1.5 % (多くは 1.5—2 %)、ヴァナディウム 0.15 %、珪酸、石灰、礬土、酸化チタン等を合せて 1.5 % (多くは 1.5—2 %) のもので、炭素は普通 0.03 %、滿俺 0.06 % 位である。磷も硫黄も非常に低い、最近磷と硫黄と加へたものが 0.02 % を標準として居り、即ち磷が 0.012 % (0.014 % 保證)、硫黄が 0.008 % (0.013 % 保證) である。實際二、三ヶ月の間の平均を見ますと、製品の大部分は磷が 0.007—0.008% と云ふような非常に好い結果になつて居ります。シューリン氏曰く、是れは 10 年前には、今日と殆ど同じ原料を使つて、磷が約 0.025 % であつて、今日の如く磷が低くなることは望まれなかつた。今日はマンナーシップが大に發達して來て、斯う云ふ良いものが出て來るようになった。是は特に今泉博士に報告して貰ひたいと云ふことであります。

此スポンジ鐵は何に用ひられて居るかと云へば、殆ど全部サンドヴィケン製鋼所に買却され、30 噸酸性平爐の高級鋼(主に炭素鋼)製造の原料に用ひられて居る。而して平爐製鋼の裝入調合は、銑鐵 50—60%、自工場産のスクラップ 20—30%、スポンジ鐵 20% の割合である。シューリン氏の新法(專賣出願中とのこと)に依れば、珪素 1.0%、炭素 1.0%、を含有するスポンジ鐵を造ることが出來て之を用ふれば製鋼に際し、スクラップを用はずして、銑鐵 30—40%、スポンジ鐵 60—70% の裝入調合とすることが出來て、サンドヴィケン製鋼所に於ても、此品を歡迎して居るとのことである。

スポンジ鐵の賣價はホーガネス工場にて、其成分に應じ、1 噸約 110—120 kr. (61—66 圓) であつた。同工場よりサンドヴィケン製鋼所迄の運賃は 1 噸約 4 kr. (2.20 圓) である。因に同製鋼所に於けるスクラップ 1 噸の價格は普通品 55 kr. (30 圓)、精選品 60—70 kr. (33—38.5 圓) であつた。

此工業の大體の行り方は、10 年前も今も別に變つたことはありませんが、此事業の經濟に大に關係のある壺の製造に於て一、二の點を申上げたいと思ひます。壺は普通瑞典では 7 回—10 回保ちます、或ものは 20 回も保つのがありますが、是が二、三回で壞れるやうでは、到底此工業は成功しませぬ。壺は以前は底は平であつたが、此項では底の中央部をビール罎のやうに、10 耗位上げて居る。斯くして著しく保ちが宜くなつたと云ふことであります。それから此壺の原料たる耐火粘土は如何なるものを用ひて居るかと申せば、スポンジ鐵爐内の溫度(概ね 1,000°C 以下、稀に 1,200°C) に耐ゆる耐火

度の低い粘土で宜い。此處で使つて居る耐火粘土は、工場に近接する自山産のもので、灼熱減量(100°Cにて乾燥せるものにて)約 11%、シュリンクージ 16% (内乾燥中 9%、灼熱中 7%)のもので、其燒粘土の成分は礬土(酸化チタニウムを含む) 22%、珪酸約 72% (内遊離珪酸約 5%)、酸化第二鐵 4%、石灰 1%、アルカリ 0.9% で其鎔融度はゼーゲル 29 番である。最も大切なことは鎔けかゝつてから、完全に鎔ける迄の溫度のレンジが長いのが宜い。最近の研究によりますと、此が攝氏 1,250°C で鎔け始め、1,350° で鎔け終るもの、即ち少くとも 100° のレンジが必要である。斯くの如き粘土でなければ壺の原料に適しない、此は壺の材料を選擇するに最も大事な點と云つて居る。それから粘土の粒の形及び太さ、調合、製造法、加熱瓦斯より硫氣の侵入を防ぐ爲めに壺の外面に釉藥することゝ等は大切なことであるが茲には省きます。

それからスポンジ鐵の製造費を申しますと第 1 表に示す通り、直接費 1 噸當り約 69.30 kr

第 1 表: スポンジ鐵 1 噸に對する直接製造費

種 類	摘 要	金 額		總費に對する%
		kr	圓に換算 1kr=0.55円	
鑛石(精鑛)	1.4 噸を使用し、每噸價格 22 kr (12.10圓) とし	32.70	16.90	44.3
屑 コークス(灰分 25%) (充填劑)	0.8 噸を使用し、每噸價格 6 kr (3.3圓) とし	4.80	2.65	6.9
石灰	9% を使用し、每噸價格 8 kr (4.4圓) とし	0.72	0.40	1.0
石炭(灰分50%)(加熱用燃料)	1 噸を使用し、每噸價格 5 kr. (2.75圓) とし	5.00	2.75	7.2
壺	134 疋を要し、每噸價格 50k r. (27.50圓) とし	6.7	3.70	9.7
電力費	20K. W. H. を使用し、每 K. W. H 0.03 kr. (1.65錢) とし	0.60	0.33	0.9
勞 銀	1.8 人を要し、1 人 8 時間 9.6 kr (5.3 圓) とし	17.8	9.50	24.9
修繕費		1.50	0.83	2.2
一般費		2.00	1.10	2.9
合 計		69.30	38.16	100.0

(38.16圓)である、就中鑛石代が最も大なるものである。使用鑛石 1 噸の價格が約 22 kr. (内ゲリヅラより當工場迄の運賃約 5.10 kr.) 即ち約 12.10 圓で、スポンジ鐵 1 噸に對し鑛石代が 32.70 kr. (約 16.90 圓) に當り、製造費の約 44% になります。其の次は勞銀です、勞銀は 8 時間一交代が 9.6 kr. (我 5.30 圓) でありまして、スポンジ鐵 1 噸に對して 1.8 人 (現擴張工事竣成の際には 1.5 人の見込) を要し、即ち 17.28 kr. (9.5 圓) になり、總製造費の約 25% に當ります。日本で行る時には、此が半分以下になる譯です。それから次は壺の費用であるが、壺は 1 噸 50 kr. (製造實費) としてスポンジ工場に供給されて居る。壺の壽命は平均 9 回保つとし、壺 1 箇の重量は約 30 疋であるから、スポンジ鐵 1 噸に對し、壺 134 疋、即ち 6.7 kr. (3.70 圓) 即ち總製造費の 10% に當り

ます。それから充填劑たる屑コークス(灰分 25%)がスポンジ鐵に對して約 80% 使つて居り、1 噸價格約 6 kr. (3.30 圓)であるから、スポンジ鐵 1 噸に對して 4.80 kr. (2.65 圓)となり、總製造費の約 7% に當つて居ります。屑コークス中の硫黃分に對し少し生石灰を混ぜ其費用がスポンジ鐵 1 噸に對し 0.7 kr. に當る。それから加熱用の石炭(瓦斯發生爐用)は近所に自會社の所有して居る炭山の産で、灰分の 50% 以上もあるような劣等な石炭を利用して居るが、其使用量はスポンジ鐵と約同量で、其費用は 1 噸のスポンジ鐵に對し、約 5 kr. (2.75 圓)即ち製造費の約 7% に當ります。壺、充填劑、燃料、石灰の諸材料費を合して約 18 kr. (10 圓)となり、總製造費の約 1/4 にしか當りませぬ。電力費^もスポンジ鐵 1 噸に對し、僅かに 0.6 kr. (0.33 圓)であります。修繕費も僅かで、スポンジ鐵 1 噸に對し 1.5 kr. (0.83 圓)に當り、一般費はスポンジ鐵 1 噸に對し約 2 kr. (1.10 圓)であります。以上の諸費を合し、スポンジ鐵 1 噸の直接費が 69.3 kr. (約 38.20 圓)となります。それから工場建設費は安價でありまして、1 日産額スポンジ鐵 40 噸に對し約 700,000kr. とすれば、資本の償還^をを 20 年とし、利息を加算して 11% とすれば、1 年 77,000 kr. となり、即ちスポンジ鐵 1 噸に對し、約 5.30 kr. (2.90 圓)に當ることとなる。新法に依る珪素 1%、炭素 1% のスポンジ鐵製造に對しては設備及び工場能力等には何等の變化なく、製造費に於てもスポンジ鐵 1 噸當り珪素の含有 1% に對し、僅かに 5 kr. (2.75 圓)の増加を來すのみと云ふことである。

今若し此法を日本にて行くとすれば、スポンジ鐵 1 噸の製造費は少くとも 10 kr. (5.50 圓)位は減ずることが出来ると思はれます。此方法は若し極く純粹な鐵分の高い、不純物の少い優良の鑛石(今日の選鑛法を以てすれば、不純なる原鑛と雖も優良なる精鑛を得る場合は少くない)を利用することが出来れば、存外簡單なる方法で、所要資本も少くて、規模も小、中規模で出来、平爐や電氣爐で高級鋼製造の好原料を得るに、隨分日本で適用し得べき宜い方法だと思はれます。

粉鑛燒結 それから次は粉鑛燒結の方へ入ります。粉鑛燒結には此頃別に新しい事柄もありません。歐洲大陸では矢張り主に D.L. (ドワイトロイド) 式を使つて居ります。瑞典では G (グリーンワルト) 式の改變型なる、八幡製鐵所で昨年から操業を開始して居る A.I.B. (Allmänna Ingeniörsbyrå) 式の本元で、Oskarshamn 製銅所に於て含銅硫化鐵のラメン法の殘滓に、此法を適用し、1926 年秋以來實施して居る。又英國でも最近 A.I.B. 式の工場が Guest, Keen & Nettlefolds 會社の Cardiff 製鐵所に出来て、西班牙産褐鐵鑛に適用され、1928 年 7 月操業を開始して居ります。此等の工場を見學することを得ました。米國では D.L. 式が多いのであります。併し此頃では G 式も裝入物の變化に對してフレキシブルと云ふ利點でなかなか方々で使はれて居る。

近年燒結機は D.L. 式にしる G 式にしる大きくなつて居る。D.L. 式の古式のもの^はは獨逸では幅は 1 米、米國にて^{42 呎}24 呎、52 呎であつたが、新式では獨逸にて 2 米、米國にて 6 呎の幅になつて居ります。従つて 1 機の取扱鑛量も元は 1 晝夜 250—300 噸であつたが、此頃では概ね 600 噸になつて居る。獨逸ウェストファリア及び其他に建設中のルーギー會社製最新式 D.L. 機は幅 2 米、長 25

米、装入物の厚さ 18 糎、1 晝夜に褐鐵鑛 800 噸を處理し、所要動力は運轉用に 200¹¹⁰ HP、サクシオンファンに 250 HP、1 機の價格 35 萬マークである。G 式も古式は 8 呎×16 呎であつたが、近年 10 呎×24 呎—26 呎が普通となつた。サクシオンも以前は 20~25 吋なりしも、此頃は煙灰（炭素の含有高きとき）の場合には 30 吋を普通とするも、鑛石の場合には成るべく強くするを利とし、概ね水柱 40—45 吋を使つて居り、1 機で 1 晝夜に 500—600 屯（屯は 2,000 封度を意味す、以下準之）の鑛量を處理して居る。それから A.I.B. 式の方はそんなに大きくない。瑞典で使つて居るのは徑か 2 米英國のは徑が 2.6 米のものである。A. I. B. 式なるものは御承知の如く G 式を改變せる新型のもので、G 式の如くパンが一定の場所にとりつけられ、其場所で装入し、シンターするのでなく、パンを可搬式とし、クレーンにて之を移動する、斯くして装入機の所にパンを移し装入して、次に焼結臺に移して焼結作業を終りたる後、之を排鑛所に移して轉覆排鑛する方法である。此法はクレーンでパンを移動するに依り、且均一なる焼結作用を確保する爲めにパンの大きなものでは實行上困難である。それで 2.6 米の徑のものが最も大なるパンである。是以上のものは將來には出来るかも知れませんが、今日の所では不利益だと云ふことであります。従つて A.I.B. 式 1 機の處理能力は他式に比し小さい、カーディフ製鐵所にては現に徑 2.6 米のパン 8 基にて 1 晝夜約 220 噸（噸は 2,240 封度を意味す、以下準之）を處理して居り、近き將來には 12 基に増加して處理量約 ³⁵⁰ 550 噸とする豫定である。斯くの次第にて此式は寧ろ中規模以下に好適のものと思はれます。それで A.I.B. 式が他式に比して利點としてクレームして居る所は第 1 に工場の建設費の少ないこと、D. L. 式に比べて 2—3 割少ないとのことであります。第 2 に焼結費の小なること、殊に D. L. 機に比して修繕費の少いこと、第 3 に製品の均一なることパンを廻轉しつゝ装入して均一なる装入を得ることが特徴の一である、第 4 に返し粉の少きこと、第 5 に工場が明るく、清潔にして労働者に對し衛生的なること等である。此頃は修繕は D. L. 式でも、G 式でも非常に少なくなつて居る。D. L. 式ではパレットは特殊鑄物又は鑄鋼製で、グレートバーは約 1 吋角の鑄鋼又は鍛冶鋼製とし、軸金物にはニッケル鋼を用ひ、グレートバーは別々に取換へられるやうになつて居る。グレートバーを可動的として居るものもある。最近グリーンナワルド會社ではグレートバーはセミスチール（價格約 7 $\frac{3}{4}$ 仙/封度）製にて D. L. 機のものよりも稍大なる高さのものをレコメンドして居る。即ち幅 2 吋、高さ 4 吋、長さ 15 吋、の可動的グレートバーとし、バー間の間隙は 5/16 吋以下とし、其面積は全グレート面積の約 12% として居る。此バーは數年間の使用に耐ゆ。最近パンも肉厚の鑄鋼製とし、非常に改良されて居る。10 呎×26 呎パンの重量は 75 噸に達し、ギヤリングも極めて頑丈なるものを用ひ、パンの轉覆用動力には 12 HP（使用 7 HP）モートルを附し、イグニションフードも 18—20 屯のものである。G 式では最近特殊の頑丈なるファン（排氣量 25,000 立方呎/分、250 HP（使用 150 モーター附）を使つて居る。ファンのケーシングは厚さ 1 吋鑄鐵製にして、イムペラーは厚さ 1 吋の鑄鋼製とし、シャフトは徑 7 吋のもので、イムペラーの周圍には鑄鐵製のパッキングを取付けて非常に頑丈なファンとなつて居る。シャフトのベヤ

リングは水にて冷却さる。斯くの如く種々の注意を拂ひて修繕費なるものは餘程少くなつて居る。それから以前は D.L. 式ではサクシヨンボックスは 1 箇であつて、元來 D.L. 機は焼結作用が均一に行かぬのが弱點でありましたが、新式のものにはサクシヨンボックスが 10 箇もあつて、各其部のレジスタンスに適當なるサクシヨンを與へることが出来、斯くして均一の焼結物を出すことに努めて居る。斯くの如き次第であるから修繕と云ふ、プロダクトの均一と云ふことから見ますと、何れの方式も今日では餘り變らぬよう進歩して來て居るように思はれます。それから何れの法にても燃料には屑コークス（概ね 4—6 % を用ひ、每噸價格約 5 圓）を使ひますから、其費用は極少い。修繕費なるものは最も大事な問題ですが、此頃では非常に少なくなつた。方々の例を見ましても D.L. 式にては大抵焼結物 1 噸當り我 20 錢以内、G 式にては 10 錢以内になつて居る。製造費は獨逸 D.L. 式にて廉いのは焼結物 1 噸當り 1.2—1.5 マーク（約 0.6—0.75 圓）になつて居る。米國では 2,000 封度當り 60—70 仙（1.20—1.40 圓）になつて居る。併し最近の G 式工場にてはそれを 50 仙（1 圓）にしようと力めて居る。最近焼結工場内の空氣を清淨ならしむる爲めに、サクシヨンファン（大焼結機に對し 12—20 HP のもの 1 基）を使用して居る。

次に一、二の焼結工場を例示しよう。

オスカルスハム製銅所にては徑 2 米の A.I.B. 式パン 8 基（各容量 1.1 噸、1 回焼結時間約 70 分）を以て、ラメン收銅法の殘滓たる紫鑛（鑛粒の大き 7 メッシュ以下）を處理して、1 晝夜焼結鑛（成品）約 150 噸を生産して居る。パンは鑄鐵製で既に 2 年の使用に耐へて居る。パンのグレート・バも鑄鐵製にして $\frac{1}{8}$ 吋の間隙を有す。パン中装入物の厚さ約 350 耗として居る。パンのサクシヨンは最大水柱約 800 耗とし、各パンに吸氣量 3) 立方^米分のファン 1 基（45 HP モートル附）を備ふ。燃料には屑コークスを用ひ、其使用量は装入物に對し約 8%、點火には石油を用ふ。装入物の表面に粉コークスと木の鋸屑とを混じたるものにて薄く蔽ひ、點火作用（約 1 分間にて點火を了す）を迅速且つ均一ならしめて居る。

本工場の動力はサクシヨン用ファンに 180 HP（90 HP のモートル 2 臺）、チャージ・カーに 10 HP モートル 1 臺、装入機に 4 HP モートル 1 臺、パン轉覆装置に 5 HP モートル 1 臺、エレヴェーターに 3 HP モートル 1 臺、5 噸クレーン 1 臺を備へて居る。イグエシヨン・カーは人力により運轉す。

焼結鑛（成品）の成分は鐵 55%、珪酸約 20%、銅 0.1 % 餘、亞鉛約 0.1%、硫黃 0.05%、磷 0.007 % である。

焼結物中大さ 1 吋以下の粉鑛（返シ粉）はグレート・ベッディングに用ひて居るが、其量僅に 7% である。

本工場の建設費は約我 70,000 圓に當つて居る。

焼結鑛（成品）1 噸當りの處理費は第 2 表の如し。

10

第 2 表

種 類	金 額		總費に對 する %	備 考	
	kr	圓に換算			
直 接 費	3.52	1.94			
内 譯	勞 銀	0.80	0.44	20.0	1 人 8 時間 9.60 kr 即ち我 5.30 圓
	屑 コークス 其他	1.60	0.88	39.9	使用量約 8% とし、1 噸價格 20 kr とす
	動 力 費	0.50	0.28	12.5	1 噸當り使用量 21 K.W.H とし 0.024 k-/K.W.H. とし
	補 繕 費	0.55	0.30	13.7	
	點 火 用 石 油	0.07	0.04	1.7	消費量は 0.1% 1 噸の價格 70 kr とす
積 込 費(クレーン費)	0.15	0.08	3.7		
一 般 費	0.34	0.18	8.5		
總 計	4.01	2.20	100.0		

カーディフ製鐵所の燒結工場は瑞典 A.I.B. 會社の設計に成り、四箇分片よりなる徑 2.6 米の肋骨附鑄鋼製パン(グレートバーは長さ 0.5 米、幅 17.5 耗、高さ 89 耗白鉄製、グレート以上パンの深さ 325 耗) 12 基(6 基宛 2 列に配列さる)、1 晝夜處理鑛量約 400 噸の規模であるが、第一期事業として此中先づ 8 基のパンを建設して、1928 年 7 月より其操業を開始したもので、1930 年春頃に全部完成の豫定であつた。建設費は當所にては舊工場を改造した爲め、新工場の場合よりも却て多額を費し、全部にて約 20,000 磅を要せしが、新設の場合には、碎鑛装置、混合機、傾倒装置、貯鑛場等を含み、約 15,000 磅(内 4,000 磅建物)にて足るとのことである。

サクシオン用ファンは瑞典國 A.B. Arbogh Mek Verkstad の專賣に屬し、ボールベヤリング及水を以て冷却さる、シャフトを有する特殊のもので、ダブルコンパートメント(各コンパートメント(排氣量 55 立方米/分)が各パンのサクシオンに使用さる)より成り、ファン 2 基(即ちパン 4 基に當る)に對して中央に 1 基のモートル(135 HP、實際使用 110 HP)を備へ、ダイレクトカ、プリングに依り運轉さる。各パンに煙灰室を設く。ファンは操業開始後 8 ヶ月に當り何等の修繕を要せず 2,3 年は保持する見込と云ふ。

操業開始後 8 ヶ月に於ける成績を上ぐれば、裝入物はロール機を以て碎き、凡て ¼ 吋以下とし、其調合の割合は西班牙産燒菱鐵鑛(鐵分約 69%、硫黃 0.3%、磷 0.01%) 55%、硫化鐵鑛燒滓(鐵分約 55%、硫黃 1.5%) 20%、鎔鑛爐煙灰(鐵分 46%、炭素 11%) 25% である。之に對し約 20%の返シ粉(½吋以下のもの)を混入す。燃料として約 6.5%の屑コークス(¼吋以下とす)を用ひ、混合物の水分は 15% とする。點火には重油を用ひ、毎平方吋 75 封度(現に 75 封度の設備なるも寧ろ 100 封度とするを可とす、)の壓搾空氣に依り燒結物 1 噸に對し約 0.6 ガロン(即約 0.1% に當る)を消費す。1 回燒結に對する所要時間は 70—75 分(内サクシオン休止間の時間約 10 分)である。サクシオンはスタートに於て水柱約 30 吋(ファンにて約 40 吋)點火後は 20 吋以下、最後期に於て約 15 吋として居る。

總燒結物は $\frac{1}{2}$ 吋目のグリズリー上に轉覆し、直ちに水を注ぎ多くは6—8吋大のものとなる。 $\frac{1}{2}$ 吋以上の塊狀燒結物を鎔鑛爐に送り、 $\frac{1}{2}$ 吋以下のものは更に徑 $\frac{1}{4}$ 吋の孔を有する圓篩にて篩別し、 $\frac{1}{2}$ 吋以下 $\frac{1}{4}$ 吋以上のものは繰返し、之をパンの下敷(ベッディング)(グレート上約 $1\frac{1}{2}$ 吋の厚さとする)に用ひ、其量は少量である。 $\frac{1}{4}$ 吋以下のものは返し粉として反覆装入物中に混用す。總燒結物中約82%は良燒結物、18%は大き $\frac{1}{2}$ 吋以下の繰返物である。1晝夜良燒結物約220噸(平均1回1臺パンに對し1.6噸、に當る、即グレート面每平方米0.3噸に當る)を産す。

良燒結鑛の平均成分は鐵58.5%、不溶解物13% (内珪酸約9%)、石灰及苦土2.5%、硫黃0.025—0.08%、燐0.03%である。

總モートル動力は8基パンに對し、約370 HP {ファンに135 HP モートル2臺、イグニッション・カーに6 (實際使用3) IP 1臺、空氣壓搾機に15 HP 1臺、チャージ・カーに15 (實際使用9) IP 1臺、パンの轉覆装置に5 IP 1臺、装入機に5 IP 1臺、混合機に20 (實際使用8) IP 1臺、10噸のクレーン (實際使用6 IP) 原料場及燒結場に各1臺、其他} にして其内實際使用量約240 HPである。燒結物(成品)1噸に對する實際使用動力は約20 K.W.H. (内燒結に對し約13 K.W.H. ファン、クレーン等を含む) に當つて居る。

所要人員はローディング及シンタリングを含み1晝夜に15人(8時間1交代に5人)、外に職頭1人である。

燒結物(成品)1噸の處理費を見るに45^(S)(シリング)(約2.00圓)(鑛石及コークスの粉碎費を含まず)に當り其内譯は第3表の如し。

第3表

種 類	金 額	總費に對する%	備 考
勞 銀 (1人8時間約10S.)	18.0d	37.5	
燃 料 (コークス) 費	8.4 "	17.5	使用量7%とし、1噸の價格を10 S. とす
補 繕 費	7.0 "		
(主にエレヴェーター、ファン及グレート、其他スクリーン等。白銑製グレート約4ヶ月保持す。)	(勞銀3dを含む)	14.6	將來猶節約し得べしと云ふ
電 力 費	7.4 "	15.4	使用量20 K.W.H. とし、1 K.W.H. を0.37dとす
點 火 用 石 油 費	2.0 "	4.2	使用量0.55 ガロンとし、1ガロンの價格を3.6dとす
一 般 費	5.2 "	10.8	事務費、給料、諸税、勞働保險、A.I.B 式使用料等を含む
合 計	4 S.	100.0	

備考 將來12臺のパン完成の曉に於ては、大に製造費の節減を得べく、1噸當り $2\frac{1}{2}$ —3S. (約1.50圓以内)の豫定。但Sはシリング、dはペー。

米國=ニューヨーク州 Port Henry 製鐵所にては、3基のG式燒結機(パンの大き10呎×28呎、装入鑛層の厚さ9吋)を以て磁鐵精鑛(鑛粒の大き10メッシュ以上20%、10メッシュ以下40メッシュ以上55%、40メッシュ以下100メッシュ以上19%、100メッシュ以下6%)1日約1,400噸を處

理し、パンの 1 回装入は約 9 噸にして、其調合は返シ粉約 16%、粉無煙炭（炭素約 90%、粉の大きさ $\frac{1}{8}$ 吋以下）6%で、水分は 10%、サクシオンはファン（200 HP のモートル附）にて水柱 20—30 吋とし、操業して 1 日 1,200 噸の良燒結物（鐵分約 66%、珪酸 3%、礬土 1%、石灰及苦土 2%）を生産して居る。1 回操業の時間は約 24 分（内装入及ダンピングに 3—4 分）、燒結物の大きさは鑄鑛爐装入に際し、4 メッシュ以上 94.5%、4 メッシュ以下 20 メッシュ以上 3%、20 メッシュ以下 60 メッシュ以上 1%、60 メッシュ以下 1.5%である。

良燒結物 1 噸當り處理費は第 4 表の如し。

第 4 表

種 類	金 額	備 考
勞 賃	9.0 仙	晝交代 11 人、夜交代 10 人、計 21 人、40 仙/1 時間
修 繕 費	4.0 "	ファンのインペラーは 3 ヶ月毎に電氣鍛接に依り小修繕をなし（毎回約 190 弗を要す）、約 1 $\frac{1}{2}$ 年毎に取換へ燒結物 25 萬噸に對し 1 新するものと計算してゐる。
動 力 費	12.0 "	1 噸當り 12 K.W.H.、1 仙/ 1 K.W.H とす。
燃 料 費	24.0 "	無煙炭 1 噸の價格約 4 弗、
點 火 用 石 油 費	10.0 "	
運 搬 費	4.5 "	
一 般 費（給料、税を含む）	1.7 "	
保 險、アクシデント費等	0.6 "	
專 賣 使 用 料	10.0 "	
計	75.8 "	

舊工場のもと同大の燒結パン（新舊とも外周は長さ 1 $\frac{1}{2}$ 呎の鑄鋼片より成る）2 基より成る新工場（1 晝夜燒結物 1,200 噸の生産に對し、建設費約 24 萬弗、内燒結機及ファン一式に 17 萬弗、外に建物約 36 萬弗、合計 60 萬弗）が將來舊工場に代るべく、建設中で、殆ど完成されて居た。此新工場はファン其他大體の設備は舊工場と同一であるが、細かい點に於て種々改造され殊に材料運搬の點に意を用ひて居る。パンのサクシオンは舊式はパンの一侧より適用するも、新工場にては其兩端よりし、中央のサイクロン型塵室に連結する。グレート・バーは特殊自製チルド銑鐵で、1 $\frac{1}{4}$ 吋四角、長さ約 8 吋である。舊工場にてはグレートのベディングには $\frac{1}{4}$ 吋以下 $\frac{1}{4}$ 吋以上の返シ粉を人力に依り散布するも、新工場にてはチャージ・カーに別に附したるホツパーより装入し、表面をロールにて均らし、特にベディングに注意して居る。斯くして 1 回の燒結時間を約 19 分に短縮するを得、從て將來之に依り 1 噸當り燒結費約 50 仙に低下するを得るとのことである。

點火は石油バーナーに依り、普通燃焼には 35 封度の壓搾空氣を用ふるが、點火作用を急速確實に均等ならしむる爲めに、90 封度の壓搾空氣を共用して居る。此爲め 2 種類の空氣壓搾機を備へて居る。

因に記す、前記燒結物（鐵分約 66%）は、之に對し珪質熔劑（珪酸 75 %を含む磁力選鑛のテーリングを無煙炭 3 %を用ひて燒結したるもの）約 7 %、石灰石約 23 %、含滿俺鐵滓（滿俺約 25 %）約 35 %、コークス約 54 %

風壓 15—17 封度を用ひて、銻鑛爐 1 基 (ハースの内徑 16 呎 3 吋、朝顔の内徑 20 呎 6 吋、爐頂内徑 15 呎 6 吋、朝顔角度 89°、内容積 23,000 立方呎、1 晝夜生銹能力約 450 噸) を以て鑄物銹 (珪素 2.5—3.5 %、炭素 2.7—5—4 %、滿儉 0.6—1.0 %、磷 0.5—0.6 %、硫黃 0.05 以下) を製造して居る。

Buffalo Sintering Corp. の焼結工場 (1924 年に創立され、最近新型焼結機を建設せるもの) は附近の鐵銻鑛爐煙灰 (鐵分 46—57%、平均 52%、コークス 4—10%) の委託焼結を業とする中央焼結工場であつて、6 呎×63 呎の D. L. 式焼結機 1 基 (運轉用モートル 10 (内使用 7 ½) HP、10 個のサクシヨンプボックスを附す)、サクシヨンプ用ファン (平均サクシヨンプ 15 吋、排氣量 70,000 立方呎/毎分 450 HP モートル附) 1 基あり。煙灰中のコークス分は平均 6% を最良とす。過剰のコークスを含む場合には鐵鑛、ロールスケール等を加へて調整す。返シ粉は約 25% で、装入物の厚さ 7 吋とし、水分 10 % とす。1 晝夜 500 屯 (コークス 5% の場合には装入物の厚さ 8—9 吋とし、600 屯) の焼結物 (鐵平均 59%) を産して居る。

焼結機のグレートバーは可鍛鑄物厚さ 1 ½ 吋を用ひ、3 ヶ月を保持す。各バー重量 70 封度のもの 504 箇あり、其價格 6.5 仙/封度なり。點火用石油 (36°—40° Be) 焼結物 1 噸當り ¾—¼ ガロン (價格 6 ¼ 仙/ガロン) を消費し、使用人員は 35 人 (内職頭 4 人、工場長 1 人)、勞銀 (12 時間交代) は平均約 6 弗である。

含銅硫化鐵の處理法 最後に含銅硫化鐵の鐵鑛としての處理法に付て申します。含銅硫化鐵は御承知の通りに銅、鐵以外種々の金屬を含んで居りますから、此等のものを副産物として採ることが出来る。之は何であるかと云ふと亞鉛と、コバルトである。日本の含銅硫化鐵には亞鉛は殆ど含有^のませんが、外國のものには大抵何處でも亞鉛が相當に含まれて居る。此等の含銅硫化鐵で銅の含有の少い時の處理法は、銅が鐵の中に這入つても大した問題にならぬ程度の場合が最も簡單であります。是れは波蘭土の Falverhütte で行はれて居る方法で、先づ焼いて硫酸を取つて、燒滓を褐鐵鑛、磁鐵精鑛等と共に D.L. 機にて焼結して、之を銻鑛爐にて處理して銹鐵を製造し、亞鉛は煙灰 (亞鉛 30% 鐵 5 % を含む) として之をコットレル收塵機にて採集するのであります。亞鉛の採取率から言へば此方法が最も宜しい。現に當所にて處理して居る含銅硫化鐵燒滓は其成分鐵約 50 %、銅 0.2 % 以下亞鉛が約 1 %、硫黃 1 % 以下、のものである。コットレル工場もシーメンス・シュツカート會社の設計に成る最新の設備が出来て居る。亞鉛の採收率は 90 % 以上に達して居る。

次に含銅硫化鐵中銅の含有が相當に高く、珪酸其他の含有も低き場合には、先づ之を焙燒して、瓦斯より硫酸を作り、其燒滓に鹽化焙燒を施し、ラメン法に依つて銅を採り、副産物として芒硝、酸化亞鉛、コバルト水酸化鐵 (塗料) を採取し、其殘滓たる紫鑛は之を焼結して鐵鑛に利用する。之が御承知の如く今日の常法であります。ラメン法又は類似の方法は現今米國には其實例はありませぬが、歐洲にはラメン法の工場が 6 ヶ所もある。併し其の中で總ての副産物を採つて居る工場は瑞典、獨逸、墺地利に各 1 ヶ所位しかありませぬ。日本ではラメン法は既に多年好成績を上げて居るも、副産物の

採收が充分に行はれて居ないのは遺憾である。瑞典では Oskarhamns Kopparverk 會社の製銅所でありますが、其處では諾威の Urkla 鑛山産含銅硫化鐵鑛の燒滓(銅 3.1%、亞鉛 2.5%、コバルト 0.05%、銀 0.0024%、鐵 49%、硫黃 4%、珪酸 18%、石灰、苦土、礬土 1.5%) 1 日 160 噸をラメン法で處理して銅を採取し、酸化亞鉛、コバルト、芒硝等の副産物を回収し、殘滓(成分平均、鐵 55%、銅 0.1%、亞鉛 0.1%、珪酸 20%、硫黃 0.05%、磷 0.007%) 1 日 146 噸を、既に述べました A.I.B 式にて燒結して、之を鐵鑛に利用して居ります。それから瑞典 Hälsingborg 製銅所に於ても、含銅硫化鐵の燒滓 1 晝夜約 450 噸を、ラメン法にて處理し、此所では副産物は採つて居らぬ。殘滓はブリケットとしてトンネルキルン 3 基を用ひて燒焙して居る。此トンネルキルンは不經濟の方法で 1 噸當り燒結費は 5 kr. (内直接費 3.9、事務所費 0.6 償却費 0.5 kr.) 即ち約 2.80 圓を要し將來 A. I. B 式に變へる計畫中とのことである。それから獨逸では I. G 染料會社系の Duisburger Kupferhütte にて前例と同法を盛に行つて居る。此處では西班牙及び諾威の含銅硫化鐵の燒滓(平均品位、銅 2%、亞鉛 2%、コバルト 0.1%) 1 晝夜約 1,600 噸をラメン法にて處理し、銅其他の副産物を採り、殘滓を 10% の粉ユークスと混じ、5 基の D. L 機(幅 1.3 米、装入物の厚さ 250 糎、K.K. 型復式ファンに依りサクシオン水柱 300 糎)を用ひ、銻鑛爐瓦斯を利用して、燒結し $\frac{3}{4}$ 吋以下のもの 15% は返シ物として繰返し、燒結物 1 晝夜、1,480 噸を生産して居る。燒結費は 1 噸當り約 2.50 マークである。此燒結物は速半は附近の製鐵所に賣つて居るが、一部は自分の所で銑鐵を造つて居る。

此等燒結物の鐵鑛としての價値に就て申しますと、オスカルスハムにては、燒結物(鐵 55%)は、當工場に於ける賣價が 1 噸當り 14 kr. で、之を獨逸に賣つて居りますが、獨逸迄の運賃が 3 kr. であるから、それを加へて 17 kr. 即ち 1 噸約 9.40 圓で獨逸の製鐵所で買つて居る譯です。ヘルシンボルクでは團鑛燒結物は其成分、鐵 59%、銅 0.1%、硫黃 0.03% 以下のもので、當工場にて價格 1 噸當り約 17 kr. (約 9.40 圓)で、英國の平爐製鋼用に賣つて居る。其英國迄の運搬費 4 kr. を加へ即ち英國の相場が 1 噸當り 21 Kr (1928 年 10 月) (約 11.60 圓) に當つて居ります。

ドイツブルグの方では、燒結物の成分は鐵 60%、珪酸 10%、銅約 0.1%、硫黃約 0.05%、磷 0.01% 以下のもので、其賣價は 1 噸當り約 22 マーク(約 11 圓)である。燒結せざる紫鑛の相場は燒結物に比し、1 噸に付 5 マーク(2.5 圓)だけ安價である。(此處では銻鑛爐 2 基(ハース内徑 3.6 米、深 1.6 米、羽口以上装入床迄 30 米、朝顔角 76°、内容積 250 立方米、徑 12 糎の羽口 6 箇あり)を用ひて燒結物に對し、10—15% の赤鐵鑛(鐵分 30%)及び外に銻劑として石灰石を用ひ、銑 1 に對しユークス 0.9—1.0 を使用し、風壓 0.6 氣壓、風温 400°C を以て、1 晝夜 300 噸の銑鐵を造つて居る。白銑と鼠銑と兩方を造つて居るが、主に鼠銑であります。其成分の一例は、白銑は炭素 3.6%、珪素 0.26%、硫黃 0.1%、滿俺 0.28%、磷 0.064% で、鼠銑は炭素 4%、珪素 1.9%、硫黃 0.03%、滿俺 0.3%、磷 0.064% である。鑛滓の成分の一例を擧ぐれば、珪酸 30%、礬土 12%、石灰

49 % である。斯う云ふ普通のヘマタイト銑よりも燐の低いものを造つて、此等製品の全部を悉く可鍛鑄物の原料に附近の工場へ賣つて居る。其價格ヘマタイト銑より 1 噸當り 5 マークばかり高い。リュールベック製鐵所に於ても、同様の紫鑛より、同様の銑鐵(滿俺 0.3 %、燐 0.04 %) 1 ヶ年約 75,000 噸を製造して居る。

歐洲諸國に於て、紫鑛の燒結物が鐵鑛として優秀なることは、何人も認めて居る所で、其生産額も段々増加しつつあるも、其量よりすれば、自家用の場合が多く、従つて未だ其賣買價格として別に相場が立つ迄には至らない。併し實際賣買されて居る實例を見ますと、同鐵分の塊鑛に比し、寧ろ少しく高價の感があつて、紫鑛燒結物の鐵鑛としての價値が、段々認められて來るやうに思はれます。

それから米國では御承知の如く最近優先浮游選鑛法が發達して、種々の硫化物を選別して、採ることが盛に行はれて居ります。其方面で含銅硫化鐵も矢張り處理されて、含銅低く且珪酸の含有高くして到底直にラメン法の如きを適用し得ないやうな貧鑛を處理して居ります。現に私が見た工場、是はまだ 2 工場しかないのですが、テンネツシー銅會社と、ダツクタウン會社と、兩方で行つて居る。テンネツシー會社の方では原鑛は銅 1.4%、亞鉛 0.85%、鐵 28%、硫黃 20.5%、珪酸 28% のもので、1 日約 900 噸を處理して居る。ダツクタウンの方では銅分 0.8%、亞鉛 0.45%、鐵 45%、硫黃 32.5%、珪酸約 20%、を含有する原鑛を 1 日約 300 噸を處理して居ります。細かく碎いて 68% 以上が 200 メッシュ以下のものとして、これを優先浮游選鑛に附する。油及び藥品を加減して、黃銅鑛と硫化鐵とを選別して居る。先づ鹽基性サーキユトとして、エーロフロートの適量を用ひて、黃銅鑛を浮かし、^{ジン}ザンセート及び^ハパイン油の適量を加へて黃鐵鑛を浮かして居る。テンネツシー會社では、鐵を浮かす前にアルカリ・サーキユトとして、^{ジン}ザンセート^ハパイン油、硫酸銅の適量を用ひて、硫化亞鉛を浮かし、亞鉛精鑛(亞鉛 30%、銅 1.4%)を得て居る。銅精鑛(銅 17%)は銅製鍊所に送り、鐵精鑛(鐵 52%、銅 0.15%、硫黃 37.5%、珪酸 6.9%)はウェツジ爐にて焙燒(瓦斯は硫酸製造に利用)して、硫黃分 6% のものとして、屑コークス 3% を混じ、G 式燒結機にて燒結する。燒結費は 1 屯當り約 1.20 弗に當り、燒結物は鐵鑛に賣つて居る。それからダツクタウンの方では優先浮游選鑛の末期に、酸性サーキユトとして、磁硫鐵鑛を浮べ、其後に尙磁鐵鑛が多少含有して居る、其量は原鑛中の^鉄含有^入總量の約 5% に相當する磁鐵鑛を含んで居り、此ものが最後に残つて居る。之を磁力選鑛にかけ採收して居る。そうして得たる此等の硫化鐵、磁硫鐵鑛及び磁鐵鑛の精鑛は全部集めて、總鐵精鑛(鐵 56%、銅 0.34%)をヘレスホッフ爐(瓦斯は硫酸製造に利用)にて硫黃分約 13% に焙燒し、赤熱の儘水にて急冷し、次に 42 吋 D.L 機にて、點火劑に石油を用ひ、別に燃料を用ひずして燒結して、燒結物の硫黃分を平均 0.06% 迄に低下し優秀なる製鐵原料を得て居る。此操業は當所に於ける以前の操業法(先づ硫黃分を約 3% に燒成し、次に燃料として 5% の屑コークスを用ひて燒結す)に於て、燒結物中硫黃分 0.2% を殘存せる事實に比すれば最近の進歩として特筆すべきものと思はる。上述の方法は、まだ完全な成績を得て居ると云ふ譯には行かない。採收率は銅約 90% に達するも

鐵は 80%以下、亞鉛は 60%以下であつて、將來猶此の方面で大に進歩するものと思はれる。是が完全なる好結果を得るに至れば、含銅硫化鐵の合理的處理法と云つて宜い。

此等燒結物はテンネシー會社の方では、其の品位は鐵 61%、銅 0.18%、硫黃 0.1%、珪酸 8.2% を含み、主として當所より約 200 哩を距つる、ローン製鐵所に、一部は又バーミンハムの製鐵所に賣鑛して居る。其價格は當燒結工場にて 1 屯約 3 弗 50 仙と云ふことである。ダックタウン會社の方では、燒結鑛の品位は鐵分 66%、銅 0.4%、硫黃平均 0.06%、磷概ね痕跡、鑛床に依り時として 0.04% に達す。聞くところに依れば、此燒結物は製鐵所着にして 1 屯約 6.60 弗即ち我 13.20 圓に賣れて居る、此原料を以て製出した鉄鐵は銅を含み、特殊の鑄物に賞用されて居り、此原料が普通の鐵鑛よりも、餘程高く賣れて居るとのことです。

日本では隨分含銅硫化鐵の鑛源が多く、其完全なる利用法は極めて緊要なる事項で、將來大に發達の餘地がある。此種鑛石の優先浮游選鑛法も、既に本邦に於て創始されて居りますが、未だ小規模であつて、此より得たる粉精鑛を鐵鑛に利用することは、甚だ遺憾の點が多い。八幡製鐵所に於ては、近年特に粉鑛燒結に就き研究されて居るが、最近 A. I. B. 式燒結機も新設され、粉鑛利用の道を開かれたることは、誠に喜ばしい次第である。今後官民の協力に依り本邦製鐵上遺憾なく粉鑛利用の實を擧ぐることを翹望して已まざる次第である。

甚だ雜薄なお話で恐縮に存じます。

Soderberg 電極廣く使用さる

Soderberg 電極は 1919 年諾威で始めて珪素鐵の電氣爐に使用された、其後其優秀を認められて、現今は盛に使用されて居る。此電極は豫熱された炭素のペーストを鋼の長いシリンダー中に軽く搗き固めて作る、それに水冷却青銅製の接觸クランプに依つて電流を送る、クランプと電極との接觸面は普通の電極の場合より甚だ廣くする、何となれば燒き付けざる炭素ペーストは電導度悪しき爲めである。電極を取りつけた時に 8~10 時間位、爐は骸炭のみで加熱し、電極の下部約 2 尺位を燒き付ける爲めに軽く電流を通す。之が終つた時に爐は連續的に全荷重で操業する。該電極は電導度及金屬鑛石鑛滓等に對する化學作用に對しては普通炭素電極に相當するのみならず、鋼のシリンダーにて覆はるゝを以て空氣の爲めに犯されない利點がある。電極は使用消耗せる時は他の鋼のシリンダーをそれに熔接し、その中にペーストを搗き固める、此作業は電流を通せる儘出来る。該電極は佛・獨・諾威及伊太利等の諸國に於て鑄鋼及合金鋼爐に使用されて居る。(Iron Age, July 10, 1930,) (田中)