

硅素鐵の製造に就て

桂 辨 三

概説 硅素鐵は硅素と鐵との合金にして、製鋼上脱酸及清淨劑並に復炭劑として其用途廣く、近年又硅素鋼の製造に漸次其使用を増大し、世界に於て其産額特殊鐵合金中滿庵鐵に次ぎ最大なるものなり。歐洲戰爭前に於て世界の年産額約七萬五千噸、價格品位五十%硅素五十%を含む、以下準之のもの一噸百餘圓なりしもの、今や其産額十三餘萬噸、價格一噸二百餘圓に達し、専ら電爐製造に係るものなり。然り而して明治三十三年(西曆千九百年)の頃硅素鐵の製造に初めて電爐の適用を見るに至りたる以前にあつては、専ら熔鑛爐又は坩堝爐により製造せられたり。元來硅酸は還元し難きものにして炭素のみを以て純硅素を製造するは、極めて高温を要し揮發損亡も著大にして、頗る難事なるも、炭素と共に鐵を用ひ硅素鐵を造る場合には、鐵分増すに従ひ、即ち品位下るに従ひ其還元容易となるものにして、品位三十%以上のものは電爐により初めて之を製造するを得るものなり。熔鑛爐によれば漸く品位二十%以下の硅素鐵を製造するを得るに止り、坩堝爐によるも品位三十%以上の硅素鐵を熔製すること難きものとす。電爐法は品位高き任意の硅素鐵の製造に適し今日の常法となれり。現時品位五十%以下の硅素鐵は漸次に其需要を減するに至れり、品位五十%のもの最普通にして硅素鐵世界産額の大部を占むるに至り、更に品位七十五%乃至九十%のもの益々需要を高め品位九十五%乃至九十八%の所謂純硅素の工業的製造を見るに至れり。

硅素鐵は極めて有毒にして且つ容易に點火し爆發性を有する瓦斯を生ずる傾向を有し、貯藏及運

搬に際し屢有毒瓦スの爲めに人命を失ひ、又は片々相摩の結果爆發し慘鼻の變災を惹起する虞あり此瓦斯たるや主に硅素鐵中に含有する磷化石灰に對し濕潤せる空氣の作用により成生する磷化水素に歸し、又一部は砒化水素によるものなり。故に硅素鐵の製造に供する原料は可及的磷及砒素を含有せざるものたるへし。硅素鐵にして品位三十%乃至六十五%のものは往々數週乃至數月にして自然に破壊し、時として粉狀に崩壊せんとする傾向を有し同時に通常惡臭を有する有毒瓦斯を發生するものなり。故に積出に先ち約一ヶ月前に適當なる塊狀に碎き空氣の流通充分なる場所に貯藏し、尙特に注意する場合には荷造前熔融せるバラフィン中に浸すへし。船舶を以て輸送する場合には成るべく上甲板に之を置くへきなり、然らされは空氣流通充分なる處に之を置き客室より隔離すへきなり。貯藏運搬に際し絶對的安全ならしめんとせは品位七十%以上か又は三十%以下のものを製出すへきなり。

硅素鐵は結晶質高きものにして品位二十%迄は結晶微細にして光澤低く、一見銑鐵に類す。二十%乃至三十%に至り結晶粗く片狀となり、光澤を増し、更に五十%に至る迄は大差なく銀白色を呈す。五十%以上は再び結晶微細となり、漸次に色澤純硅素に近接し、帶青色を呈するに至る。老練の眼は組織及色澤により品位を鑑定し五%以上の誤差を生せしめざるを得へし。硅素鐵は品位上るに従ひ耐酸性を増し、比重及磁性を減す。熔融點は近時の研究の結果によれば品位二十五%のものも五十%のものも大差なく約攝氏千三百六十度(但し實際電爐注出に際する熔體の溫度は約千六百度なるへし)にして、二十五%より三十四%迄は熔融點を高め、三十四%以上は之を低め、五十%より増すに従ひ熔融點を高むるものにして、爐より製品を注出するに際し二十五%のものは注出容易にして熔體の色稍白色を帶ふるも、五〇%より品位上るに従ひ漸次注出困難となり著しく白色を呈するに至る。

良質硅素鐵中不純物の含有を見るに、滿俺は通常〇、二%乃至〇、四%炭素通常〇、五%以下(〇、二%と

するは困難なり、硫黄〇、〇四％以下、燐〇、〇五％以下のものたるへし。左に良品の成分を例示すへし。

燐	硫	滿	炭	鐵	硅
燐	硫	滿	炭	鐵	硅
黄	黄	素	素	素	素
〇、〇四	〇、〇三	〇、四二	〇、五二	七二、九二	二五、八九
〇、〇四	〇、〇二	〇、三五	〇、三〇	四七、三〇	五、八〇
〇、〇四	〇、〇二	〇、二六	〇、三一	二三、〇一	七五、六七
〇、〇一	〇、〇二	〇、〇八	—	四、九〇	九四、八〇

硅素鐵製造用電爐 元來硅素鐵製造業は明治三十三年の頃歐洲に於て、炭化石灰製造業亂興の結果一大恐慌を來し、多くの工場は其炭化石灰爐を以て、特殊鐵合金製造に轉し、斯くして現時硅素鐵製造業の基をなしたるものにして、現時行はるゝ新式硅素鐵製造用電爐も亦炭化石灰製造と共用さるゝもの多し、用爐に數種あるも、概ね裝入物を以て爐内の電弧を蔽ひ操業を行ふものにして、即アーケレジスタンス、合同式爐なり、爐室の上部に一、二、三個又は以上の炭素電極を直垂し、爐底は導電性とし底電極をなすものと、非導電性とし底電極を有せざるものと二種あり。前者は古式にして通常八百キロワット以内の小爐に限られ、大爐は後者即非底電極式とす。古式は概ね小爐にして裝入物層を淺くしアーケ式爐に近つき、新式のものは大爐を用ひ、爐の裝入物層を高くし深く電弧を蔽ふものとす、何れの爐も外圍は鐵板より成り、通常硅石煉瓦にて周壁を作り、周壁と電極とは十分の間隔を保たしめ以て裝入物熔體を爐壁に固結せしめ自然に内壁を成さしむるを常とす。而して此外圍鐵板は爐の力率の低下を防ぐ爲め、數部の縦片に分ち、其間に絶縁物を挟み之を連結せしむるを常規とす。

現時行はるゝ硅素鐵製造用電爐の主なるものは、之を大別して左の四種となすを得へし。

(一)底電極式爐 此爐は第一圖に見るか如く概ね單相式圓形開放爐にして普通の炭化石灰製造用

爐に酷似し最古式の爐にして廣く各地に於て使用されたるものなり、炭質爐底(○)はレトリートカーボン又は黒鉛とター或はピッチの混合物を打ち固め作りたるものにして、下部電極を成し、上部炭素電極は水洞支持金物により爐の中央に懸垂され、電極は更らに鐵板製外箱にて蔽はれ以て其酸化を防ぎ其消費を減少せしむ、電極の昇降は鐵鎖により人力を以て之を行ふ。米國のウィルソンアルミニウム會社が千八百九十九年世界に於て初めて硅素鐵製造に用ひし電爐は此式のものなり。此種導電爐底の爐は小形のもの(八百キロワット以下、是より以上の爐は次に述ふる非底電極式とするを利とす)に限られ、電壓五十乃至八十ボルト、百九十乃至八百キロワットを要し、力率〇・八乃至〇・九、一晝夜製造力品位五十%の硅素鐵三分の一噸、乃至三噸を有し、單相電流を採用するか又は三相電流を適用し、三個又は三個以上の爐を適宜に連結し使用す。此種の爐にジロー式爐、ラテノー式爐、其他類似の爐あり。佛國ジロー工場にては今尙専ら此種ジロー式爐を使用し、冬期六千キロワット、其他は一萬八千キロワットを使用し、一箇年硅素鐵及其他特殊鐵合金約一萬七千噸を製造す。米國の工場に於ても此種の爐を使用するものあり。此種炭質爐底を有するものを用ふるに拘らず、製出硅素鐵中の炭素分をして一%以内に保たしむること難からざるものとす。

(二)ケレー式爐 此爐は非底電極式にして、前述(一)式の爐二個を相接し直列に連結し下部電極を省略して形成し、斯くして(二)式の爐に化し二倍の電壓を用ふるを得せしめたるものにして、佛國ケレー工場に於て使用さるゝの外他に其例を見ず。現時同工場に約九百五十キロワットの該式爐六基を有し、硅素鐵及フェロクロムを主とし、特種鐵合金一箇年約一萬三千噸を製造す。各爐製産力は一晝夜に品位五十%の硅素鐵約三噸半とす。

歐洲に於て多年の經驗の結果、硅素鐵製造に大爐を使用するの有利なること瞭然たるに至り、大爐の使用盛ならんとするに至れり。大爐の小爐に比する利點を上れば、工場建設費を節約するを得(例之

圖 四 第

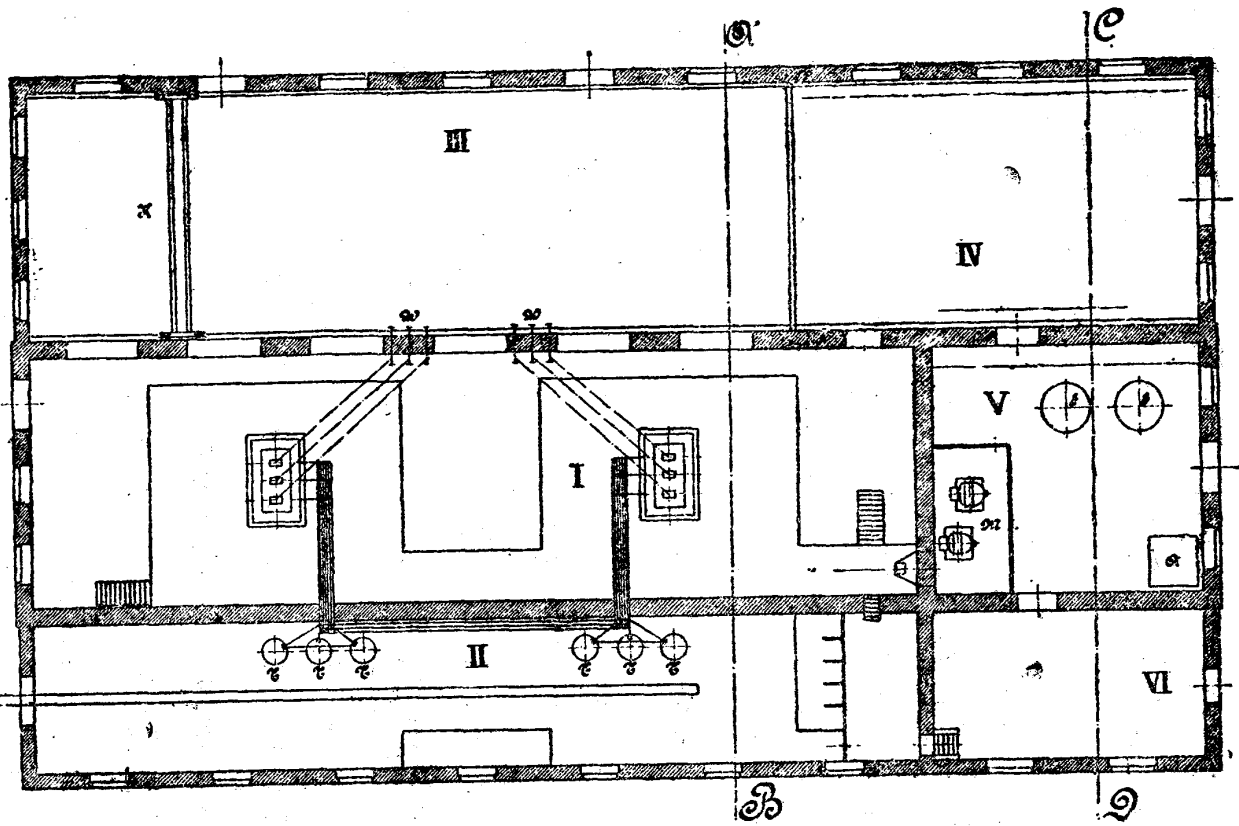


圖 五 第

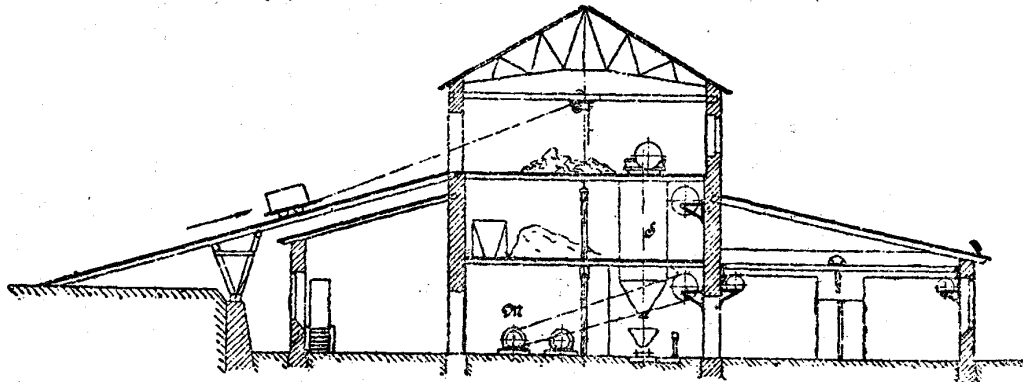
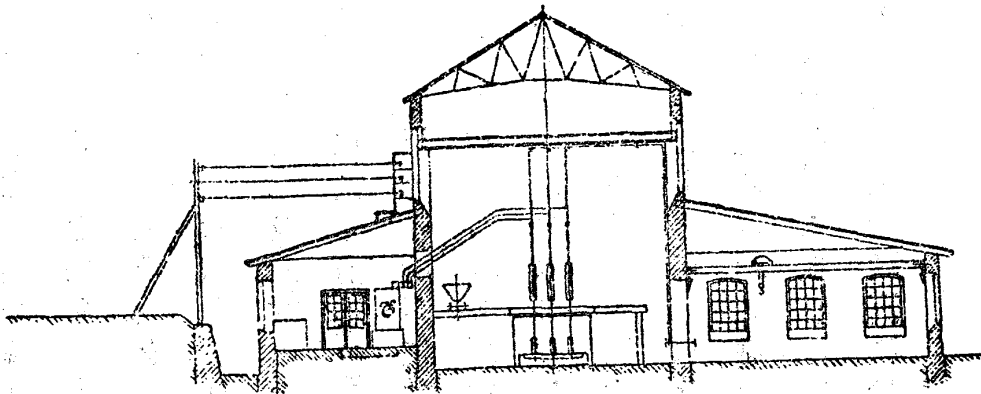


圖 六 第

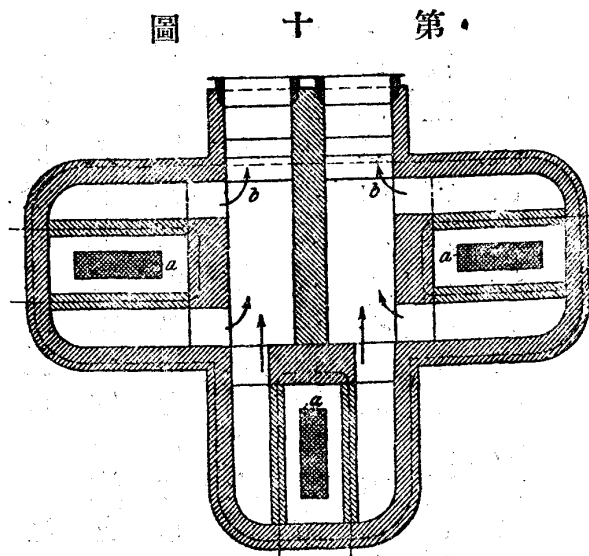
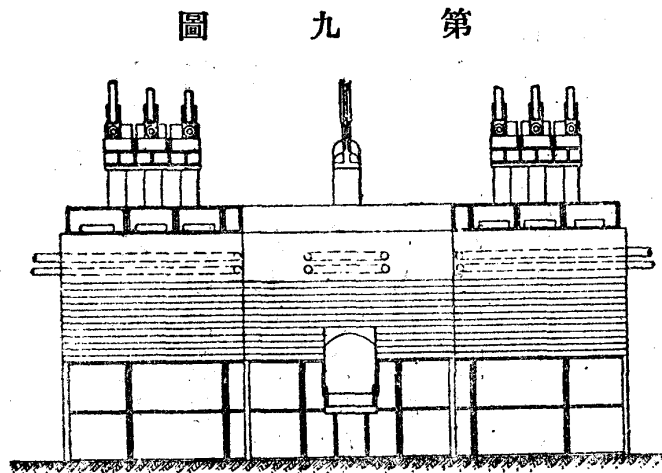
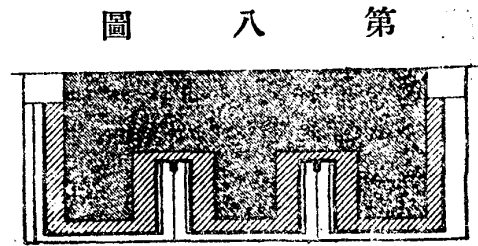
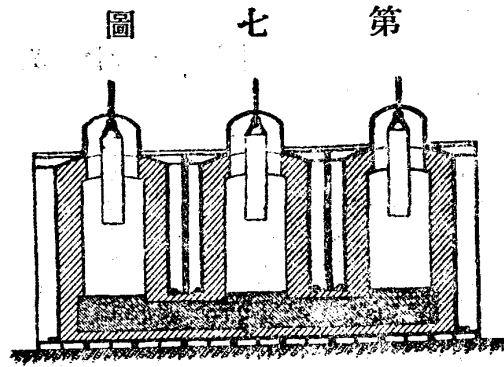


硅素鐵の製造に就て

四千五百乃至九千キロワットのヘルフェンスタイン式爐の工場建設費は建物及變壓機を含み一キロワットに付約三十七圓なるも、七百五十乃至千百キロワットの同式爐數個を併列したる工場の場合には一キロワットに付約六十圓を要す。爐の壽命を長くし、修繕費を減し、操業容易となり、所要職夫の數を減し、爐の負荷の變化少く、且つ多量の熔體を保藏するを得て、從て製品々質の均一を保ち易く、製品遙かに純粹のものとなり、揮發の損失を減少し、從て製出率を高め所要電力を減し、電極消費を少ならしめ、結局大に製造費を節約す。歐洲の實例に徴するに(一)式小爐にて品位五十%の硅素鐵を製造する場合には製品一噸に對し雜品及修繕費、事務費、勞賃、給料合計約七十圓を算するも(二)及(三)式の大爐にあつては三十圓以内なり。殊に品位七十五%以上の硅素鐵は熔解點高く、且つ比重低く、前述(一)及(二)式の如き小爐によりては到底之を製出するを得ざるものとす。殊に品位九十五%以上の所謂純硅素の製造には(四)式の如き密閉式大爐を採用すべきなり。次に述ふる(三)(四)式の二種の爐は何れも新式最良の大爐にして三相式非底電極式とし(底電極は爐底部の故障を生し易く、且電力損亡を大ならしむるの虞あり)、機械的裝入裝置を備へ、爐の電荷の調整は、各相に電流計及電壓計を備へ、電動電極調整機により、適宜に各電極を上下し之を行ふ。抽出口に一個の電極を供へ熔體の抽出に際し電弧熱により抽出口を熔開せしむるの用に供す。此裝置は大爐に於て缺くへからざるものなり。爐の電壓は還元劑に木炭又は無煙炭を用ふる場合には七十五乃至九十ボルトを普通とするも骸炭を用ふる場合に於ては低くし五十乃至六十五ボルトとするを利とす。此種の爐は力率〇・八以上にして現時歐洲に於て大に賞用せらるゝものなり。

(三)三相非底電極式開放爐 此爐は第二及三圖に示すか如く三相エーラー式製鋼爐に類し、三個の上部炭素電極を供へ、爐底は炭質(レトリート)カーボン又は黑鉛に少量のター又はビッチを混し打固めたるものよりなることあるも底電極を成形せず。此爐は千五百乃至六千キロワットのものにして、製

産力一晝夜に品位五十%の硅素鐵約六噸乃至二十七噸を有す。第二及第三圖は四千乃至六千キロワット該式爐及其附屬物の配置を示せるものにして、變壓機(T)を爐に近接し別室に隔置し、以て爐熱及微塵を防がしむ。(V)は變壓機冷却用扇風機にして、(W)は電極を上下するに用ふる電動機なり。(A)は臺車上に設置せる抽出口用電極なり。第四圖は二千キロワット爐二基を含む硅素鐵工場配置の一例を示

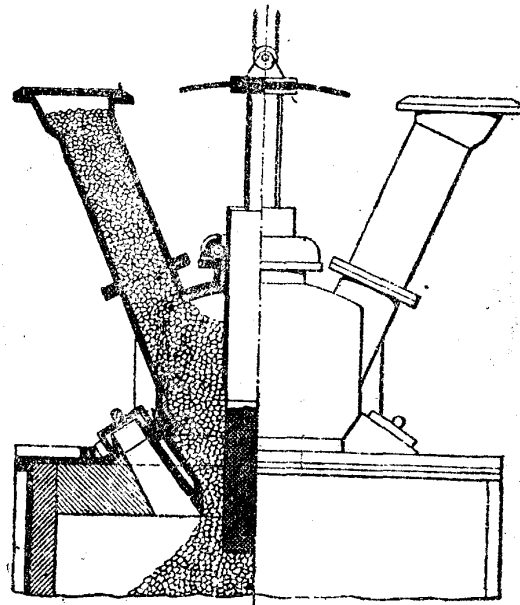


すものにして爐室(I)約百二十坪、各爐に對し單相變壓機三基を有する變壓機室(II)約六十坪、製品仕上げ及荷造場(III)約四十五坪、電極製造室約三十坪、修繕工場(IV)約二十四坪、原料準備室(V)約六十坪、倉庫(IV)約二十坪、合計約三百六十坪、外に還元劑置場約百二十坪、鋼屑置場約三十坪、石炭置場約四十五坪、製品置場六十坪、其他置場三十坪、事務所、實驗所等三百坪、合計約五百九十坪、總計約九百五十坪を有す。第五圖は調合室斷面、第六圖は爐室、變壓機室斷面を示す。硅素瓦斯を呼吸すれば刺戟性を有し不快なるを

以て工場の換氣設備を完全ならしむるを要す。

(四)ヘルフェンスタイン式爐 此爐は三相非底電極式密閉爐にして、三個又は三個以上の上部炭素電極を有し、奥國ヘルフェンスタイン氏の考案に係る、二千二百乃至一萬八千キロワットの大爐にして、(二)式の爐體三個又は以上を合併接置し(第七及八圖は直線式、第九及十圖は三角式)炭質爐底(電極を

第十圖



口の下に爐幅を横きり、爐壁により支へらるゝ水胴支金物を置き、之により爐の天井を支へ、他方には爐頂の過熱を過ぎ、電極の消費を減少せしむ。

此爐は通常各電極束に對し電壓七十五乃至九十ボルト、電流三萬乃至四萬アンペア、電力二千五百乃至三千キロワットとするものにして三個電極の場合には各爐七千五百乃至九千キロワットとする原料調合所要電力の割合及其他 電爐による硅素鐵製造業の初期に於ては小爐を用ひ製出せる硅素鐵を爐中に於て固結せしめしか。現時は概ね連續的操作を行ふものにして原料として鋼削屑及硅石と、還元劑として無煙炭との混合物を時々電爐中に裝入熔解して成生溜積せる硅素鐵は、一定時

毎に砂型に注出し、其熔面に浮在する鍍は、木片を以て之を搔去す。此等の原料は可及的不純物少きものたるべく、殊に燐及砒素を含む硅素鐵は往々有毒にして爆發性を有する瓦斯を生ずる傾向あるを以て、特に燐及砒素を含まざる原料を選ふべきなり。何れの原料も燐分千分の一以下、硫黄分萬分の八以下のものたるべし。滿庵は電爐中にて一部は揮發し、一部は鍍中に入り除去され、通常製品中千分の二乃至四を含むものなれば原料中千分の四以上ならされは妨なし。以前は供鐵劑として専ら鐵礦を用ひたるも製出率極めて低く、電力消費大に、通常石灰礬土等の有害物を含み、且つ品質均一なる製品を得難きを以て、鋼屑を用ふべきなり。鋼屑は燐分萬分の二乃至千分の一のものたるべく、銑鐵屑は通常燐分高く使用するを得ず、元來硅素鐵は他の特殊鐵合金に比し輕きものにして從て鍍又は之に類するものと分離し難きを以て、成るべく少量の鍍又は其他を生ずるやう原料を選ふべきなり。彼の粘土を原料とし硅素鐵と共に所謂アロキサイトを製出するトーン氏法及其他類似の方法及カーボラシダムと鐵とを原料とする同氏法の如きは何れも實用に至らず。通常鋼削屑を用ふるも大爐にては粗大の屑鋼を用ふるを得へし。硅石は可及的純粹のものたるべく、硅酸分九六%以上のものを選ふべきなり。硅石の大きさは約一時を普通とするも、大爐にては二吋大又は以上のものを用ふるを得へし。砂は爐を閉塞するの不便あるか爲め之を用ふるを得ず。還元劑として木炭を最良とするも高價なるか爲め粗粒無煙炭を用ふるを普通とす。骸炭は導電性高きに過ぎ好適ならざるも廉價の爲め粗粒狀のものを用ふることあり。木炭を用ふれば爐の電壓を高くし、電流を低くするを得、從て揮發損亡を減少し一噸當り電力消費も骸炭を用ふる場合に比し一割以上を節減するを得るものなり。

原料調合に於て鐵分の割合は所要硅素鐵の品位に應じ適宜に之を算定すべく、硅酸と炭素との理論上の割合は化合物 $\text{SiO}_2 + 2\text{C} = \text{Si} + 2\text{CO}$ 硅酸 炭素 硅素 一酸化炭素 に示すか如く、硅酸六十に對し炭素二十四、即ち硅酸分百に對し

なり。殊に硅素の揮發損亡の大なることは此法の缺點なりとす。而して此等の損亡は電爐の種類、大小、爐の操業法、製出すべき硅素鐵の品位等により大に差異あるものにして、此等損亡たるや概して開放爐は密閉爐より大に、小爐は大爐より高く、品位高き硅素鐵の場合には品位低きものの場合に比し大なるものなり。(二)式の如き爐頂の開放せる小爐を用ひ裝入物層を淺くし操業する場合には揮發損亡も、電力並に電極消費も最大にして(四)式の如き大なる密閉爐を用ひ裝入物層を深くし操業する場合に於て最小なり。例之前者の極端の場合に於て品位五十%の硅素鐵製造に對し、硅素の損亡五四%、無煙炭の損亡四四%、鐵の損亡二〇%以上、電力一キロワット日に對し一、五瓩餘を産出し、一噸硅素鐵に對し約一萬六千キロワット時、製品に對し電極消費一〇%以上を要す(品位二十五%の硅素鐵の場合には硅酸損亡四三%、無煙炭損亡四十七%一キロワット日に對し四、八瓩を製出し、一噸製品に付約五千キロワット時を要し、品位七十%の場合には硅酸損亡七六九%、無煙炭損亡七三%、一キロワット日に對し、〇、七噸を製出し、一噸硅素鐵に對し三萬三千キロワット時を要す)。然るに(一)式小爐にても深きものを用ひ裝入物層を厚くし操業すれば硅酸損亡二十%以内、無煙炭の損亡二十%、鐵の損亡約十五%所要電力一噸硅素鐵に對し九千五百キロワット時となり。此式中の大爐を用ふる場合には品位五十%の硅素鐵を製造するに一噸に付所要電力七千キロワット時以下となるへし。千五百キロワット(三)式爐を用ひ裝入物層を深くし操業する場合には原料損亡大に減少し品位五十%の硅素鐵に對し硅酸損亡十五%、無煙炭の損亡二十%、一晝夜に硅素鐵約六噸を製出し、一噸に付所要電力五千八百キロワット時、電極消費一%以内となるへく、尙(四)式の大密閉爐を用ふれば更に損亡を減し硅酸の損亡約十%、無煙炭の損亡十八%以内、鐵分の損亡約八%以内、一噸の硅素鐵(品位五十%)に對し所要電力五千キロワット時以下となるへし。而して純硅素の場合には一噸に對し電力約一萬三千キロワット時を要す。

前述の如く電極の消費は爐の種類、大小、硅素鐵の品位により大に異り、小開放爐に於ては品位五十%の硅素鐵の場合に十%以上なるも、大爐を用ひ適宜の電流密度(一平方吋に付約二十アンペア)とすれば大に之を減し、〇・五%とするを得、歐洲に於ては電極價格は平時毎噸平均約百六十圓にして一噸硅素鐵に對し、約八十錢に當る。

品位五十%の硅素鐵一噸に對する裝入調合を例示すれば三百キロワット(一)式爐に於て硅石一、三乃至一、四噸、木炭一、乃至一、一噸(骸炭又は無煙炭なれば〇・九乃至一噸、鋼削屑〇・五八乃至〇・六八噸、三千乃至九千キロワットのヘルフエンスタイン式爐に於て木炭を用ふる場合に於て硅石一、一乃至一、二噸、木炭〇・七五乃至〇・八五噸、鋼削屑〇・五一乃至〇・五八噸、無煙炭(又は骸炭)の場合にて硅石一、二乃至一、四噸、無煙炭(又は骸炭)〇・七五乃至〇・九噸、鋼削屑〇・五乃至〇・六噸とす。

世界に於ける硅素鐵製造業の大勢 世界に於ける硅素鐵の産額は參考資料の信憑すべきものなく、多くの工場は炭化石灰製造と電爐を共用し明知するを得さるも現時歐洲の十餘個工場、米國の四工場を合し一ヶ年大約十三萬餘噸に達することを推測するを得へし。歐洲戦争前歐洲に於ては十餘年來硅素鐵協同組合なるもの組織され、各工場の産額を制限し價格を協定し過剰製産を防遏せり。戦前歐洲の硅素鐵年産額を推量するに諾威に一萬八千キロワットのヘルフエンスタイン式爐を有し炭化石灰及硅素鐵を製造する一ヶ工場及瑞典の一工場何れも電力一キロワット時二厘乃至三厘餘の推定製造高約一萬三千噸、佛國に於てケレー工場(ケレー式爐を採用し電力一キロワット時三厘以下)約五千噸、ジロー工場(ジロー爐を用ひ電力一キロワット時四厘餘)約六千噸、七千五百キロワットのヘルフエンスタイン式爐を以て炭化石灰及硅素鐵を製造する一工場の推定産額約四千噸、佛國總産額約一萬五千噸、奧國に於て一萬八千キロワットのヘルフエンスタイン式爐を以て炭化石灰及硅素鐵を製造する一工場の推定産額約一萬噸、瑞西に於て七千五百キロワットのヘルフエンスタイン式

20
爐を有する一工場の推定産額約五千噸、獨逸國に於て四千五百キロワットのヘルフェンスタイン式
爐を以て炭化石灰及硅素鐵を製造する一工場の推定産額約四千噸、伊太利及其他に於て約二千噸に
して、歐洲總産額約五萬噸に達すべし。米國に於ては加奈太國オンタリオ洲ウエラント工場約四千噸
北米合衆國に於てはナイヤガラ及カナワ、フォールズに於ける三工場電力一キロワット時五厘乃至
七厘約二萬千噸にして米國總産額約二萬五千噸を算し、世界總産額約七萬五千噸（内純硅素鐵約三千
噸）に達せり。此外熔鑛爐製硅素鐵（主に英國製にして品位十乃至十四%）あるも銑鐵中に合算せられ其
産額不明なり。

米國に於ては硅素鐵製造工業は近年の創始に係り、其以前にあつては硅素鐵の需要は専ら歐洲佛
境、諾威、瑞典よりの輸入を以て充たされたり。大正三年に於て北米合衆國の一ケ年二萬一千噸を製造
するに至りたるも、猶約一萬噸の不足は之を歐洲（主に諾威、瑞典）の輸出に仰けり。加奈太の年産額約四
千噸は一部北米合衆國に輸出さるゝものを除き、大部は歐洲に輸出されたり。然るに今や北米合衆國
の硅素鐵の需要は製鋼業の激増及軍用鋼中硅素〇、一乃至〇、三%を含有せしむるに至りたるに歸因
し、有史以來最高を極め、一ケ年約五萬噸に達せんとし、其産額も亦激増し、加奈太に於て一ケ年二萬餘
噸、北米合衆國に於て六萬餘噸を産するに至り。米國より歐洲に一ケ年約三萬噸の硅素鐵の輸出を見
るに至れり。

結論 前章既に硅素鐵製造方法及斯業世界の大勢を記述せり。翻て本邦に於ける斯業の狀況を見
るに、今や各處の炭化石灰工場及新設の工場に於て特殊鐵合金製造の企圖勃興し、硅素鐵の製産は既
に本邦需要一ケ年二千餘噸を充たして更に歐洲に輸出を見るに至れり。本邦工場に於て使用する電
爐は悉く小爐にして名古屋製鋼會社に於ける六百キロワット（三）式爐に類似するものを除き、概ね五
百馬力以内の（一）式爐なり。元來特殊鐵合金業は電力を要すること多く水力電氣の廉價なる所に於て

始めて發展し得るものなるか故に、彼の歐洲に於て電力一キロワット時二厘乃至四厘(米國に於ては一キロワット時五厘乃至七厘を算し、平時歐洲の工場と拮抗すること難事にして平時特種鐵合金業の米國に於て振はさる所以を知るへし)を使用するものに比し、本邦の如く稀に一キロワット時六七厘、多は一錢以上を償し、加之原料たる硅石及還元劑の價格は彼我大差なきものとするも、鋼削屑の彼地に於て良好なるもの遙かに廉價に得らるゝの狀態にありて、平時到底歐洲製品と競争するか如きは得て望むへからざるなり。假りに彼我に於て最も經濟的な大爐を採用するものとし、品位五十%の硅素鐵一噸を製造するに五千五百キロワット時を要するとすれば、電力一キロワット一厘の差は一噸の製品に對し五圓五十錢となり、平時歐洲より本邦に至る運賃其他を合したる一噸當り約十圓なるものは恰も一キロワット時約二厘の差に匹儔す、況んや本邦に於ては需要少く小爐を使用するの已むを得ざる事情ありて電力以外の製造費も亦彼地大爐に比し遙かに大なり、由是觀之、本邦硅素鐵の平時歐米の市場に於て歐米製品に對し競争の不可能なることは勿論にして、本邦市場に於ても亦平時歐洲品に壓倒さるゝこと瞭然たるへし、本邦の特殊鐵合金殊に硅素鐵製造家は此期に際し大に警戒を要すべく、刻下一時の好況に眩惑され、將來の方針を誤るなからんことを希望して已まざる所なり。

城正俊氏の曲線に就て

H
K
生

城氏は鐵と鋼第參年第貳號紙上に於て鎔鑛爐の高さと容積、正確に言えは高さの負なる方向に於