

## 電氣製鐵に就て

桂 辨 三

私は何等電氣製鐵に就て實際の經驗を有ちませぬ、此處へ出まして鳴瀝ヶ間敷も極く大體の御話を致しますることは誠に恐縮に存じます。電氣製鐵に就ては今泉博士を始めとして數々諸名士が御調べになつて其結果は發表されて居ります、今日御話をするのも殆んど諸君の御承知のこと位しか出来ませぬやうな次第であります、が、扱鐵鑛からして電氣で銑鐵を造ると云ふことは、電力が豊富で廉い、同時に骸炭或は木炭の餘程高價な瑞典に起りまして以來、十數年實地經驗を経たものであります。今日瑞典、諾威から瑞西邊りにも廣がつて、主に高爐型(エレクトロ、メタル式)又はグレンワール式と稱へらるで、爐の數は二十以内、一ケ年の産額は併しまだ二十萬噸以内のものであります、其外米國加州でも一時電氣製銑をやつたことがありましたが、戦争中鐵合金を造る方が儲けが多いと云ふので、其方に變つて仕舞ひました。それから、加奈陀は瑞典、諾威と同じ様に電氣製鐵には適當の狀況に在る國であります、屢々政府及び民間で此電氣製銑が企てられましたが、實際に成つて居りませぬ、早晩此事業が加奈陀には起ることだらうと思ひます。其他には殆んど電氣製銑の起るやうな狀況の國はないのであります。それで日本ではどうであるかと申しますと、豫て、熔鑛爐に適する様な佳良の骸炭に乏しく、一方水力電氣は餘り高價ではありませぬ、電氣製銑に對し稍々瑞典に近い狀況になつて居りますが、戦争に際して骸炭は一噸が五十圓と云ふやうな高い値段となり、正に電氣製銑の時機が來たのであります、將來と雖も其半分位に下ると見まして一噸二十五圓、是位ならば隨分電氣製銑と云ふものは日本で問題になるだらうと思はれます。

それで今日まで世界各地で用ゐられて居つた電氣爐の型は此圖に示すが如き、唯今申しました高爐型(鐵と鋼第二年第拾號第一、二圖參照)と之等の圖に見るが如き低い低爐型(鐵と鋼第二年第拾號第三、四、五圖參照)の二種類であります。高爐型の方は高さ四十尺以上もありまして、さうして爐から出た瓦斯で還元作用を助け、爐瓦斯を繰返して使つて居ります。下部に熔解室があつて電極が斜に入つて居つて適宜に電力を加減して熔解を行ひ、鐵と鍍とに分けるのである。それから、低い方の所謂低爐型の爐は高さが概ね十尺以内でありまして二個乃至四個の電極が爐蓋を通じて直垂して居る。爐の瓦斯は高爐型に於けるが如く之を反覆使用せず還元は別に瓦斯に依らないのである。それで此等の型以外には殆んど實用に適するものはありませぬ。今日低爐型の方は餘り用ゐられて居りませぬ。外國では只今申しました通り高爐型のみが残つて居ります。此型の普通のもものは三相四千馬力、電極六個、生産高は一日約三十噸であります。電壓は五十ボルト乃至百ボルトで、變壓機は百二十キロワットのものが三個であります。が、築造費、變壓機を含むは、熔鋼爐の場合に比べて約八割位であります。即戦争前一日生産高三十噸に對して約二十五萬圓、今日では五十萬圓以上掛ることゝ思はれます。それで低爐型と高爐型との主なる差を申しますと、先づ電力の消費が約一割位は高爐型の方が少い、併ながら作業の難易から申しますと高爐型の方が面倒で低爐型の方が簡單であります。同一製産力に對する築造費も大體高爐型より餘程廉く、場合に依れば半分位で出來ます。それで低爐型は上部は安全に密閉されて居るのが理想であります。が、最も簡單の場合にはカーバイドの爐のやうな風に上部が開放されて居るものであります。日本で此戦争の爲に起つた爐は簡單で迅速に建設が出來ると云ふ點から大抵此種類の開放爐であります。が、電力消費は密閉爐に比べて二割或は其以上の損であります。電費は約二倍になり小爐の場合には往々銑鐵に對し二%以上に上ります。併し築造費は極く簡單です。すから廉く、操業も簡單であります。高爐型の方は三千馬力より小さい爐は出來難い不利益があります。

す、低爐型の方では小さい爐では三百乃至五百キロワット、大なる爐では八千馬力以上のものもあります。砂鐵硫酸燒滓其他の粉鑛を其儘用ふる場合には餘り大ならざる低爐型に限られます。日本ではさう云ふ小さな爐が出来ると云ふことも大に便利があるのであります。尤も小さな二百や三百キロワット位の小爐を使つた場合は二千キロワット位の大爐を使つた場合とは電力の消費は非常な差があつて、五割以上餘計に消費するものと考へても宜しからうと思ひます。

それで日本で此戦時に起つた電氣製銑爐は今泉博士によつて伏木の工場で建てられた高爐型の外は悉く低い方の型であります。就中低爐型で最も大いのは木曾電氣製鐵會社の名古屋工場の三相二千キロワットの爐で電極は徑二十吋のもの三個あつて、密閉爐でありましたが電力の不足、其他電極や電極のウォーター、ジャケットなどが壞はれて未だ全く十分なる結果を見るに至らなかつたのであります。其他二百キロワット乃至六百キロワットの開放低爐型概ね單相式)の爐が數箇所に出來ました。藤田組廣田工場、高田商會の伏見工場、大寺工場、大日本人造肥料會社の小松川工場、其外方々に起りましたが、何所でも皆立派な銑鐵が出来ると云ふことだけは確かめて、相當の經驗を得た譯であります。併ながら遂に今日の如き不振の状態になつて甚だ残念ながら十分なる結果を得ないで中止の運命に至つた譯であります。

それで電氣製銑なるものは一體どう云ふ方面に向はなければならぬかと考へますと、それは電氣製銑と云ふものはどう云ふ性質かと云ふことを考へれば分るのであります。即ち電氣製銑は電氣の熱で以て鑛石を製鍊することであり、所要還元劑(銑鐵一)に對し〇、三乃至〇、四の外餘計の骸炭を用ひずして、全く電力により熱を如何様にでも加減することが出来ることと云ふ譯であります。然るに普通の熔鑛爐製銑であると、熱を起すに骸炭(又は木炭)を燃すのであるから、どうしても餘計の骸炭銑鐵一)に對し一)以上)を用ひなければならぬ、從て炭素、硅素、其他の物が餘計這入つて來て、どうして

56 も此等のものゝ高い銑鐵となる、電氣製銑の方では骸炭を如何様にも制限することが出来、從て炭素、硅素、其他の低いものを造ることが出来る、然かもそれで熱が高いのでありますからして石灰分の高い鹽基性の鍍を造ることが出来、從て硫黄や磷が能く取れる。殊に除硫がよく出来、併し除硫には餘り還元劑を制限することは出来ませぬ、十分石灰分高き鍍を作れば硫黄分の二%の原料からても硫黄分〇・〇二%位の銑鐵が出来るのであります。それで電氣爐で石灰分高き鍍を造り還元劑を制限しますと、餘程よく除磷が行はれる、普通の熔鑛爐では殆んど磷は取れないが、電氣爐では磷が可なりよく取れます。隨分此戰時中各所で經驗された所に依りましても、案外磷の高い鐵鑛から大部分除磷が出来て餘程磷の低い銑鐵を造ることも出来ると云ふことが分つたのであります。それからチタニウムを含む鐵鑛は電氣爐では殆ど何等の困難もなく用ゐられます。還元劑を制限すればチタニウムの高い鑛石から殆どチタニウムを含まない鐵を造ることが出来ます。それでありますからして、電氣製銑を以て普通の鑄物に用ふる銑鐵を造ると云ふやうなことはまづい方法である、尤も此戰時中は此種の銑鐵が大に高價になつたものでありますからして、何所でも悉く鑄物用銑鐵を造る方に向いたのであります。それは愚の極であつて、どうしても熔鑛鑛では企て及ぶことの不可能なる方面即ち矢張り製鋼の原料に適するものか、或は更に進んで直接良鋼を造ると云ふ方面に向はなければならぬことゝ信じます。鑛石から直ぐ、電氣爐で以て鋼を造ると云ふことは大分昔から色々實地に試験した人がありました。伊太利のスタツサノと云ふ人は餘程以前から鑛石から直接に立派な鋼を造らうと云ふ考を起しました。其他諸所で同様の試験を行ひました。併しそれから直ぐ製品にでもなると云ふ様な良鋼は中々難しいのであります。それを一遍ちよつと熔し直せば良鋼にすることが出来る、普通の鑛石其他の原料から此種の原料鋼を造ることは少しく注意すれば容易く出来るのであります。却て鑄物用銑鐵を造るよりは簡單で、經費も少くなります。但し此場合及び進んで直接鋼を造

らうとする場合には、前申しした通り、還元劑を節する必要がある、従て鍍中の鐵の損失は熔鑛爐の場合に比べて稍多量となることは免れない。又除磷には大に都合が好い。が、除硫には不適當となりますから、原料に硫黄分の少いものを選ばなければならぬ。

それで餘程面白い考をした人がありますが、段々今泉博士が海綿鐵製造に就いて御研究であります。が、低い温度で、瓦斯で還元すると云ふことは、頗る經濟的でありますから、先づ瓦斯で、全く還元して直に熔解室に入つて電氣熱で熔解を行ふことは理想的である。第一圖に示す爐は加奈陀のモツファット、イルザイング製鋼所で、既に二三年試験的に行つて居る三相三百キロワット、八十ボルトの爐で還元室は固定で、下の熔解室だけが傾轉<sup>テイルト</sup>することが出来る様になつて居る。極く粉鑛を用ゐて直接鋼鑛物を造らうと云ふ考で研究して居ります。一時百目以下の粉鑛を爐頂より裝下し還元濟たる骸炭と熔劑たる石灰石は共に粉狀となし還元室の下部の側孔より吹き込む。粉鑛落下の際、還元室中にて骸炭末より生じたる、一酸化炭素瓦斯の爲めに大部は還元され、熔解室に入り、殘餘の骸炭末にて還元を全ふするのである。成るべく品位の高い鑛石を用ふことが理想であるが、此處では熔鑛爐の烟塵を淘汰して得た鐵の約六十三%、硅酸約五%、磷分約〇、一%、硫黄は約〇、一%を含む淘汰物を原料として、炭素〇、一%以下、硅素約〇、三%、磷約〇、〇一五%、硫黄〇、一%以下の鋼原料を得て居る。こう云ふ種類の考は歐米に於て、其他にも研究されて居ります。日本でも段々之に類した研究が始つて居るやうに聞きますが、此方面の研究をすることは餘程價值のある所だらうと思ひます。

それから經費のことに就て申しますと、先づ鉄鐵一噸當り電力がどれだけ掛るかと云ふことでもあります。が、それは勿論鑛石の品位と銑鐵の種類とに依て、大に變つて來なければならぬ。品位六十%の鐵鑛から製鋼用の白銑を造る場合だと云ふと大抵は一噸當り約二千七百キロワット時を支拂ふこととなり、それから鑛石の品位が五十%に下るとそれが三千百キロワット時になります。是は變壓器

58 の電力損失等を含んだものであります。鼠銑の場合には白銑に比し約一割多く要ります。それで假りに三千キロワット時を取つて見ますとどうなるかと云ふと熔鑛爐の方が電氣爐から見ると一噸銑鐵に對し骸炭が約〇・七噸餘計に要る。それで熔鑛爐に〇・七噸の骸炭と、電氣爐で三千キロワット時と比べて見ると大體の見當が附きます。其他の經費を考へて見ますと、どうしても電氣爐の方が多少高くなる。殊に日本の今日の状況だと云ふと、電氣爐の方が大分高く掛るだらうと思れますが、其代り製出銑の品質は電氣爐の方が遙かに優つて居ることと相殺することが出來ると考へます。さう云ふことを本にして、先づ〇・七噸の骸炭と三千キロワット時です。今日、今日のやうに骸炭が高價で假りに一噸五十圓とすれば〇・七噸で三十五圓、電力三千キロワット時です。一キロワット時が殆んど一錢二厘になる、即ち一キロワット時が一錢二厘ならば熔鑛爐と全く匹敵する。それから假りに骸炭の價格を二十五圓とすれば〇・七噸で十七圓五十錢です。さうすると今度は約六厘となる、即ち一キロワット時か約六厘ならば何れにても約同一の製造費となるのである。將來に於ては、骸炭の價格は一噸二十五圓より以下には中々下がりさうもない。それから水力も一キロワット時六厘は實際に得られる所もあらうと思はれます。併し銑鐵より更に鋼に精製する場合には熔鑛爐の銑鐵を原料とするより電氣爐製のものを用ふる方が遙かに製鋼費を節約することが出來る利益があります。必しも本邦に於て將來電氣製鐵が成立ぬと云ふことは言へないことと、寧ろ本邦の如く良質の骸炭に乏しい所では電氣製銑に向ふべきものと考へます。

次に電氣製鋼の方に移りますが、殊に此戦争の爲に特殊鋼、優良鋼が工具、軍器、飛行機、自動車、其他に餘程必要を感じて來まして、一方には又瑞典産の燐の少ない鐵が殆んど得られなくなり、一方には從來の坩堝製鋼は坩堝の容積小く、大規模の工場に不適當で、且つ大に經驗を要し製鋼費も著しく高く、さう急速に殖す譯に往かない。それに坩堝爐では炭素低きものは出來ず、それから概して電氣製鋼の

品質は坩堝鋼を凌駕すると云ふ點から、電氣製鋼と云ふものが非常に發達して來ました譯で、英國のシエフヒールド製鐵地の如きは世界で最も有名な坩堝鋼の中心であつたのが、殆んど全部電氣爐に變つて居ると云ふ有様で、此地にて五十以上の電氣爐を數へ、之に對する製産高は一ヶ年二十萬噸に達する様になつたのであります。戦争前は坩堝鋼が電氣鋼の十倍に近い世界の産額であつたのであります。今日は逆になつて電氣製鋼が坩堝製鋼の九倍十倍と云ふ風になつた、其發展の一番初めは獨逸が最も盛んで、それから瑞典で、英、米は極く零碎のものであつたが、戦争中に段々進歩して參り、殊に英、米に發達して獨逸は三番目に下つた。さう云ふ風に電氣製鋼は主に米國之に次いで英國に於て盛んになつて居ると云ふ狀況であります。米國サウスシカゴ工場のみにも電氣製鋼が一ヶ年二十萬噸に達して居る。今や世界中八百以上の電氣製鋼爐を算するに至り、就中約半は米國である、其全産額は一ヶ年約三百萬噸に上つて居る。

それで電氣製鋼は純粹なる原料を使つて、丁度坩堝製鋼と同じ様に行ふことと、それから次は銑鐵とスクラップを共用して、丁度平爐製鋼に於けると同様の方法を行ふことであるが、平爐ではスクラップ計りて操業は出來ないが電氣製鋼では容易に之を實行することが出来る。戦時中各種のスクラップが非常に出來て遺憾なく之を應用するには電氣爐でなければいけない、平爐では相當の大さのスクラップでなければ酸化の損失が高くなり到底用ゐられない、電氣爐だと而かも惡いスクラップを使つて有利なる操業をなすことが出来る、空氣を遮斷して操業することが出來ますからして悪いスクラップを使つても酸化の消耗量が極めて少い。それからニッケル鋼、クロム鋼等の諸種合金鋼の屑鋼を利用する場合に酸化の損失の極めて少ないことは大なる利益である。それからもう一つはベセマー法や平爐で半ば精製した熔鋼を電氣爐で完全に精製することである。戦時中は電氣爐ではスクラップを用ふる所謂冷鐵法コールドメタルプロセスと云ふ方が主でありましたが、此法は設備は簡單であるが大規模に

は適しない、段々性質の優良なる諸種の鋼鑄物の必要を生じて其需要が激増して來まして多量に造らなければならぬと云ふ事の必要が起つて來た。斯くして將來は熔鋼を電氣爐で處理して優良鋼に精製する所謂熔鐵法ホットメタルプロセスに段々向いて來た、即ちベセマー爐又は平爐と電爐を連用して聯合法デュプロックスを行ふか、又最近米國にては從來の聯合法に電爐を連用して所謂三聯合法トライレックスを行ふのである、従つて斯く熔けた鐵を處理すると云ふことになる、と相當の噸數以上でない、と不利益である。小規模では却て始めから電爐で熔し引續き精製を行ふ方が寧ろ便利である。冷鐵法の場合には十噸爐以下を用ゐる、米國では普通六噸爐を用ゐる、熔鐵法の場合には十噸爐以上とを用ゐます。

電氣製鋼爐の型は三十種以上もあります、其中で稍々用ゐられて居るものを擧げますと、大體十數種のものであります。大體から申しますとインダクション型、アーク型の二つであります。インダクション型では瑞典のキエリン(Kjellin)式が元であります、力率が低く且つ熔鋼の這入つて居る場所が狭い溝になつて、従て鍍の作用で精製を行ふとが遺憾なく出來ませぬので、一般に餘り用ゐられて居ない。其後、此型に改良を加へたのが獨逸のレッヒリング、ローデンハウザー(Röchling Rodenhauser)である。是は一種のインダクション型とレジスタンス型の子でキエリン式に比し大に力率も高さも猶六噸爐位になると二十五サイクルに下げて力率は漸く五〇%位であります。八幡製鐵所にも此型の二相三噸爐が大正六年二月より銃身、彈丸材等の製造に用ゐられて居ります、此型の爐は獨逸で最初用ゐられて一時は世界に大分好評が廣まりましたが、今日用ゐられて居るは極く小數であります。此爐と同じ様な改良型はフリック式(Flick)で十噸爐が獨逸國クルツプ工場で使つて居りました。其外にはインダクション型を用ゐて居る所は米國ジー、イー會社及レバノン製鋼所で單相五サイクルの二十噸爐でフリック式と同様のものである。インダクション型は此位で一向擴まらない。普通一般にはアーク熱によるアーク型が行はれて居ります。アーク型の電爐は一時は色々の問題がありまし



て、アーキ型では製品に電極の炭素が入つて炭素分が高くなり、ローカーボンスチール低炭素鋼は出来ないと云つて居りましたが、此頃はアーキ型にても十分経験を積んで成績が大に宜しくなつて〇・一%以下の低炭素の鋼でも易く出来る様になり、インダクション型より遙かに熱が高く、精製が完全に行はれて、利益があるので一般に殆んど全部アーキ型を使つて居ります。

先づアーキ型爐の大體の事を申しますがサイクルは一般に二十五と六十を用ゐて居ります。三相爐なれば三個の單相變壓機を用ゐ、二相爐なればスコット連結法により三相から二相に代へ、爐の設計及電導線等の配列が大に進歩して、爐と變壓機と合して力率は大體九十%以上になつて居ります。爐の外圍には約半吋(大爐には四分の三吋)厚さの板鐵を用ゐます。爐床は平爐の如く酸性(硅酸)、鹽基性(ドロマイト又はマグネサイトよりなるも普通は後者を用ゐ)何れとする事が出来るも、普通は燐や硫黄等を除去する必要があつて一般に鹽基性を用ゐます。近頃は工具鋼、ピアノ用鋼線等にて鍍の痕跡だも入ることを許さざる品質のものに對しては先づ鹽基性床電爐を用ゐて精製を行ひ、次に酸性床電爐に移し最後の精製を行ふ所謂逆聯合法(Reversed duplexing)を用ゐて居る所もあります。鹽基性爐床は厚さは少くとも十四吋位とし、床の作り方は以前は平爐と同様に搗き固めて作りましたが、近頃ではさうしないで約二吋位づゝ段々に電氣熱で熔結させて作るのが普通の方法です。斯くすれば床の持續も大によく小修繕の外大體數年も持ちます。鹽基性爐床は普通はエルー式等の如く非電導型ノンコンダクテイナとするも新式の爐では床の下に電極を置いて床に電流を通す様にする所謂電導型とするものも多いのです。酸性床は大體硅石煉瓦にて床形を成した後砂を振つて作ります。それから爐壁の厚さは十三吋から十八吋で天井は概ね硅石煉瓦を用ゐ、厚さは九吋が普通で、概ね百五十回以上持續し十噸爐以上になれば厚さを十二吋とします。爐の上部に炭素電極又は黒鉛電極が垂直に下つて居りますが、新式の爐では自由に其傾きを換へて爐内任意の點に向けることが出来る様になつて居るものもあり

ます。普通は電極にタリー(Thury)式か又は類似の自動的調整機を供へ各電極に一定の電流が通ずる様にして居る、電極把持金物は青銅か鋼よりなり普通水套になつて居る。さうして何れの爐でも電極の周りの天井の所は水套にて冷し電極の消耗を防いで居るが、此頃は此處に特殊の装置を用ゐて瓦斯が漏れない様、空氣の入らない様に防いで居るものもあります。それから爐體は緩を取り、熔湯を出すに便利なる様に、悉く傾轉式デルテインゲとなり、成るべく早く便利に安全に廻轉の出来るやうになつて、ローラーの上に爐體が回轉し、動力は以前は水力を用ゐましたが、近來は主に電力を用ゐて居ります。それから爐の湯口は普通爐の回轉に従つて前後の位置を變じ熔鋼の鑄込みに不便であります。最近の爐は此點に就て色々の工風が考へられて居る、即ちグリーヴス、エツチル式爐では爐體の下にコンペンセーティング、ローラーを置き是はローラーが上下に二重にありまして、爐體の回轉に應じ上のローラーが一方に轉じ之に従ひ其下のローラーが反對に動いて湯口を絶へず垂直に動かすのである。又ルードラム式爐にても特殊の装置を施し同様の目的を達して居ります。それから爐の形と云ふものは、以前は大體四角形か長方形でありましたが、此頃では爐體を堅固にし、爐壁を長く持す點からルードラム式に見るが如く爐體を橢圓形として、爐壁は一として垂直の箇所がなく彎曲して大に爐壁の構造が堅固になつた。又ブイツ、ホール式も爐の全體が球狀に近くなつて居る。其他爐蓋の構造も簡單に堅固になつてルードラム式の様にアングルアイアンにて巧に締め付け取り換へに便利になつた。エルー式爐蓋は此頃は電極の範圍の所丈け別に迫持ちて修繕に便して居る、それから爐内の何れの部分も見ることが出来て容易に内部の操作に適應する様にすることが必要であるが、此點に於て最も理想的であるのはルードラム式の爐で、爐を橢圓形とし兩端に戸口を置いてある、爐の戸口も持續に重きを置きブイツホール式に見るが如く圓筒形のものが用ゐらるゝ様になつた。

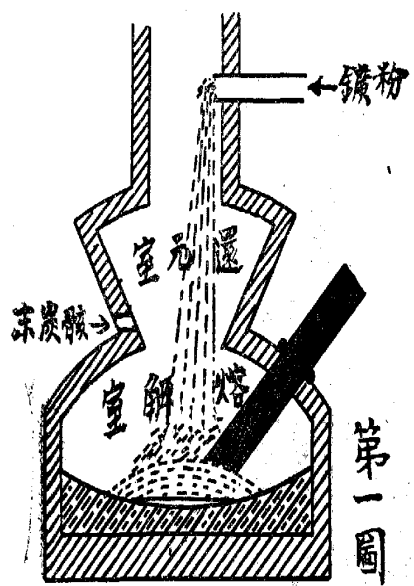
アーク型にアークの反射熱のみで下の熔體を熱する純アーク型と、大部はアーク熱によるも亦一

部は熔體中を電流が通つて此抵抗熱による所謂アーク型との二種がある。純アーク型ではスタツサノ式爐(第二圖)で三相三個電極、電壓百十ボルトのものである。此式の爐は高壓を用ふるを得る利益があるが、天井が傷み、電力消費も餘計にかゝり、不經濟な爐で餘り用ゐられなかつたが、最近に此型の改良式とも云ふべきは二相レンナーフェルト式爐(第三圖)で瑞典での發明のものであります。電極を横に二本と真中に一本置き、此真中の電極をニュートラルに連結してアークを下に曲げて鋼面をよく熱し天井の過熱を防ぐことが出来る。真中の電極には約四割丈餘計に電流が通る、之が爲に電流のバランシングが理想的になり、餘程電力の消費が減じた、電壓は七十五乃至百ボルトである。安來製鋼所にも三百キロワット、半噸の爐が二基と、百二十キロワット、三分の一噸の爐が二基設けられて居る。此爐は冷鐵の操業に適して殊に小爐に都合よく、小さい爐では十分の一噸位の爐もあり、半噸位の爐は随分用ゐられて居るが、大爐では二十噸の爐は實行されて居りません。殊に米國で大變此爐が發達しまして、所謂米國の改良型と云ふものが出来ました。此の改良型は外圍を圓形にして、爐體を堅固にし、元の爐はベセマー爐の様に懸垂されて居たが、改良型はエル式と同じ様に機械的傾轉装置を施し、鋼鑄物に好適するやうにしたのである。それから電極の周りに特殊のスタツピングボックスを設けて空氣の洩入を防いで電極の位置を自由に加減することが出来る様にし、必要に應じて真中の電極を下げて熔鑊面に浸す、さうすると熔體の環流が起る、電力のバランシングがよく行き爐の電力を増すことが出来て、力率を高め、噸當り電力の消費を減じます。此改良米國式では電壓は元の型より餘程高く通常百十乃至百二十ボルトとし、しかも爐の天井は四百五十回も持續することが出来る、米國で坩堝爐の代りに鋼鑄物を造ることに段々用ゐられる様になり、其外真鍮其他の合金の熔解にも大に廣まらんとして居る。

それからアーク型にジロー式爐(第四圖)の如く電流は只一度アークを作るシングルアーク型と、エル式爐

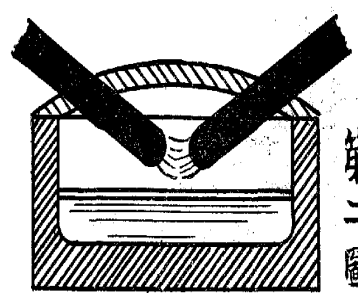
(第五圖)の如く、二度アークを作る復弧型(シリクスアーク)の二種がある。前者は電流は確實に通じ、殊に熔解に際し電荷の不定を防ぐことが出来る利益あるも、底電極の故障が起る面倒があり、且後者に比し電壓約半分になる不利がある。前者は電壓五十乃至六十ボルト、後者は約百ボルトを用ふ。ジロー式は通常單相を用ゐます。佛のジロー工場以外には餘り用ゐられて居りませぬ。ジロー式と同式と見るべきものは米國のスナイダー式爐(Snyder)である。此爐は單相で上部に一個の黒鉛電極があつて、高電壓を用ゐる大に製鋼時間を短縮して居る。バッファロー電氣鑄鋼所に平爐に代へ百九十五ボルト三噸爐を設け、屑鐵より電働機金物等の鋼鑄物を造つて居る。三年前米國ベッスレーム製鋼所に三相十噸ジロー式の爐(第七圖)が建設されてベセマー爐又は平爐と連用し所謂二聯合式を行つて居る。此爐は上部に三個の電極があつて、爐底の三個電極はニュートラルに連結さる。變壓機は七百キロボルトアンペアのもの三個、電壓は六十乃至六十五ボルトである。

エルー式は最も古い製鋼爐であるが現今猶最も多く用ゐられて居る。一噸爐以下は單相とし、百乃至百十ボルトを用ゐる。此以上の爐では三相とし、九十乃至百十ボルトを用ゐる。此爐は電荷のバランスと云ふ方から見れば不完全で、殊に裝入冷材が始め熔ける迄の間には餘程此不利益が著しいのであります。併し最も簡單の爐でありますから、最も普通に稱用されて居つて、殆んど世界電氣製鋼爐の大部はエルー式と云つても宜い。二噸、三噸爐も多いが、現今米國で冷鐵法に最も普通に使はれて居るのは、三相式六噸爐(第六圖)で三個の電極が三角形に配列され、變壓機は四百キロボルトアンペアのもの三個即ち千二百キロボルトアンペアとしてある。此變壓機の電力は以前より餘程増したものであるが、最近では六噸爐に對し千五百キロボルトアンペアのものがある様になつた。斯くの如く段々爐の電力を殖して最初熔解期に多量の電力を用ゐて熔解の時間を早める様に傾いて居る。六噸爐には三個の二百二十ボルト三馬力の直流電動機があつて、各電極を上下し、傾轉用電動機は三相四百四十



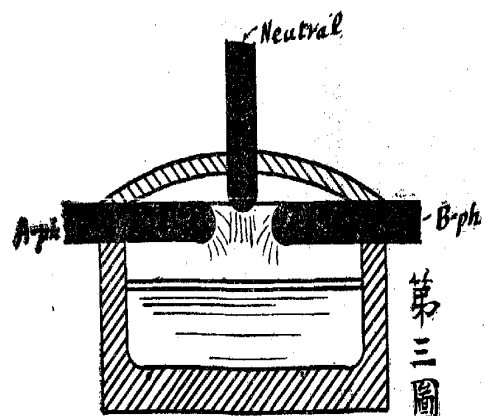
第一圖

モツアツト、イルザング式(三相)  
Mossat-Inving (3-ph)



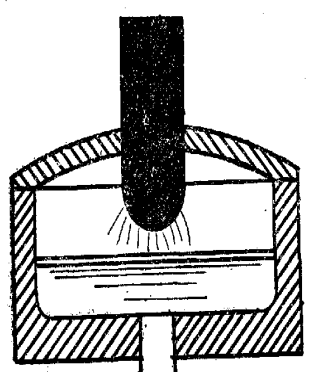
第二圖

スタツサノ式(三相)  
Stassano (3-ph)



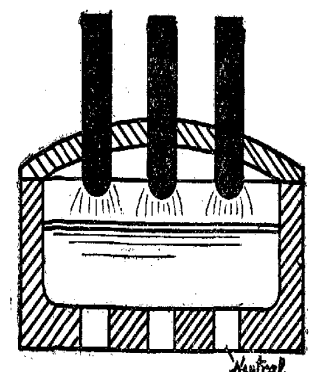
第三圖

レンナーフェルト式(二相)  
Rennerfelt (2-ph)



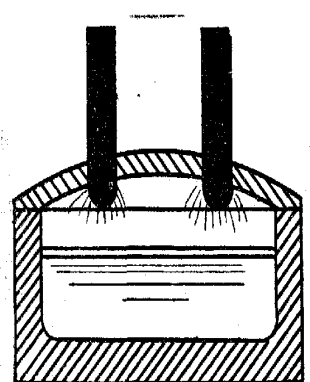
第四圖

ジロー式(單相)  
Giroud (1-ph)



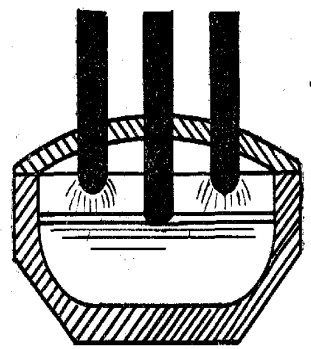
第七圖

ジロー式(三相)  
Giroud (3-ph)



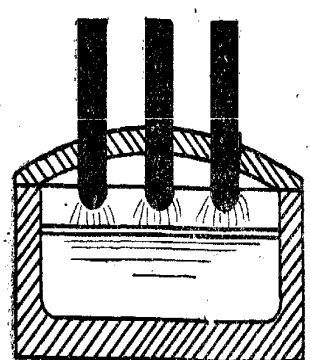
第五圖

エルー式(單相)  
Heroult (1-ph)



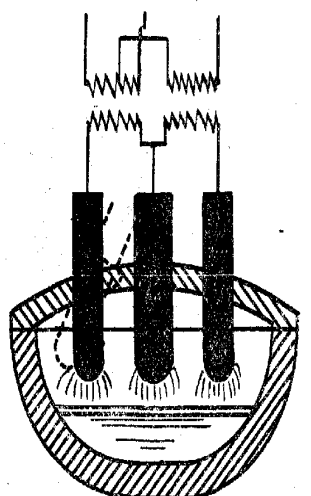
第八圖

ルドラム式(三相)  
Ludlum (3-ph)



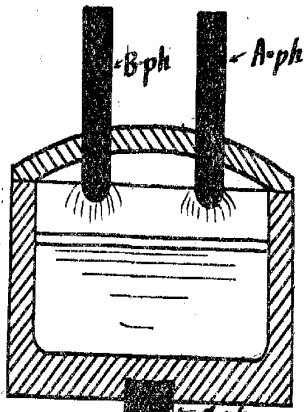
第六圖

エルー式(三相)  
Heroult (3-ph)



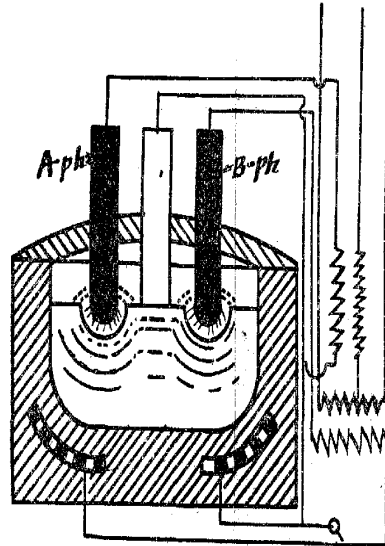
第九圖

オムバウル式(二相)  
Vom Baur (2-ph)



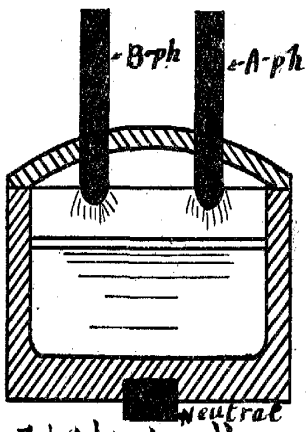
第十圖

ワイル式 (三相)  
Wile (3-ph)



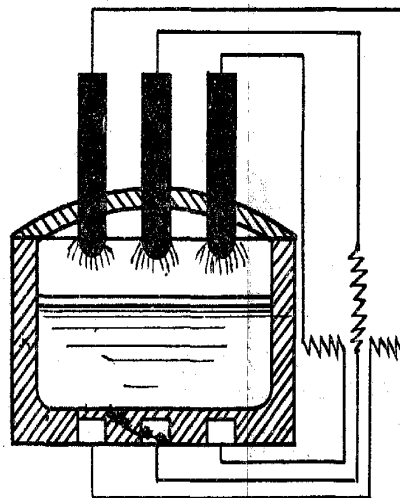
第十三圖

ブーズホール式 (二相)  
Booth-Hall (2-ph)



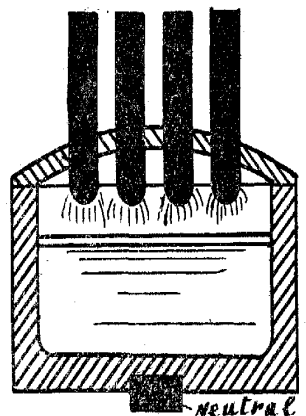
第十一圖

エレクトロメタル式 (二相)  
Electro-Metals (2-ph)



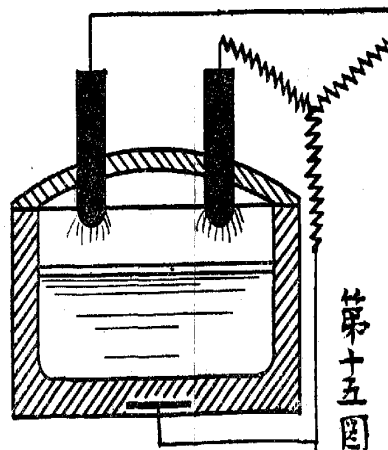
第十四圖

ナテューシウス式 (三相)  
Nathusius (3-ph)



第十二圖

エレクトロメタル式 (二相)  
Electro-Metals (2-ph)



第十五圖

グレイヴスエッチェルズ式 (三相)  
Greaves-Etchells (3-ph)

ボルト三十五馬力のものを用ふる。米國にてはエーナイテッドステーツ、スチール、コーポレーションが、  
 エル―式爐の專賣權を得て、所謂米式エル―爐が各所に擴がつたのであるが、エル―式爐の專賣期限  
 なるものは既に切れたのである。米國で大きいのはサウスシカゴ工場の十五噸爐で十年前に初めて  
 ベセマーから出た熔鐵を用ゐて二聯合法を行つたのである、是れが抑々此法の濫觴である、初めには  
 軌條鐵杯も作り、製品は殊に急擊シヨックに耐ゆることも確めた段々と諸種優良炭素鋼、合金鋼の鑄物や鍛工フイティング  
 品の需要が殖えて來まして、二三年前からエル―式三相二十五噸變壓機三千七百五十キロボルトア  
 ンペアの爐を三つ増設して従前の十五噸爐二つと共にベセマー及び平爐と連用して三聯合法を行  
 ひ一日に壹萬三千噸餘の産額を有する世界最大の電氣製鋼場となつた。本邦では此式のもの漸く二  
 噸爐以下のもの數基あるのみである。所がエル―式爐では唯今申しましたやうに、殊に熔ける間に電  
 荷の變化が起つて來る不利益がある、即ちバランスングが旨く往かない、エル―式の此弱點を防ぐか  
 又は減ずる爲めに近來諸種の爐が現はれて來まして實際可なりに用ゐられて居りますが、併し何れ  
 もエル―式程簡單に行かない、設計上并に操業上面倒が起つて、まだ中々エル―式と代る迄にはなら  
 ないのであります。それで改良された多くの式は爐底を通じて電流の全部か、若くは多くは其一部を  
 上から下に通ずると云ふことであります、即ち電導爐床コンダクティングボトムとする、然かも爐内の熔鐵と金屬又は炭素製  
 底電極と接觸させない、此によりジロー式の面倒を防ぐのである、此目的を達する爲めに底電極の上  
 に厚さ約十五吋の普通マグネサイトよりなる爐底を置きます。マグネサイトは高熱にては電導體と  
 なり電流が通り其抵抗熱により一方には亦大に底部を熱すること、所謂ボトムヒーターボトムヒーターが出來る  
 のである、此の場合にはドロマイトは電導力低く用ふることが出來ませぬ。斯くして底電極はジロー  
 式に於けるが如く水筒を用ふる必要がなく頗る簡單となり北部の修繕も殆んど要らない。電流が上  
 部電極から下部電極に確實に通るから相のバランスングが完全に出來て力率が高く、猶特に變壓機

の割合及び其連結を適宜に調節して大にバランスングをよくするものもある、一方に於ては底部より熱するから均一の加熱が出来て、よく熔け、又熔體の環流コンヴェクションが起つて精製作用を助けるので均一の製品を得易い大利益がある、殊にフェロタンゲストン等の重い特殊鐵合金を加へて合金鋼を造る場合には此等の重いものが爐底に沈んで稍もすれば一樣に混らない虞があるが加熱床型ポットムヒートイネでは此の心配はない。

ルードラム式爐第八圖はポットムヒートイネの式ではありませぬ。三相で三個の電極を一直線に列べて此によつて他の三相爐に起り易い中央部の半熔解を防ぎ熱の配置を均一にすることが出来る、爐の形や其他種々の點は前申しした通りである。此爐は主に戰時中燐の低い屑鋼から低燐銑及び工具鋼等を造る爲めに亞米利加及び加奈陀で二、三年來用ゐられて居る。此爐の電壓は九十乃至百ボルトで一噸半乃至十噸爐が用ゐられて居る。岸式の爐も一寸之に類似の形のものであります。ナチューシア式爐第十四圖は三相爐で上部に三個電極があり、爐床はマグネサイトの電導爐床の中に三個のジロー式に類似の金屬製底電極があります。電極は上下共スターに連結しますが此式は餘り用ゐられて居りませぬ。エレクトロメタル式爐第十一圖或は又發明者の名を取つてグレンワル式(Gronwall)とも云ひます。此型は二相で、上部に二個の電極があり、下の電導爐底(マグネサイト)の下に一個の黒鉛電極を置き、ニュートラルに連絡し電荷のバランスングは完全なるものである。此二個電極の式は五噸以下の爐に用ゐる、五噸或は五噸以上になりますと、第十二圖に示す様な二相四ヶ電極の爐で、米國デトロイトにて五噸爐に對し變壓機千二百キロボルトアンペア、電壓九十と六十ボルトを用ゐる、優良合金鋼の鋼片を製造して居る、上部に四本の電極四角形に配列され、下のニュートラルには上部の電極と同量の電流が通る様にす、此にはスコット連結を施した變壓機を二組用ゐます。此の式の三十噸爐が昨年末伊太利に設けられたとのことである。此式に類似の二相四個電極のストロービー(Stobie)式爐は十五



噸爐が冷鐵原料とし、英國に用ゐられて居て英國中最大の電爐である。英政府は三十噸爐計畫中とのことである。フオムバウル式爐(第九圖)はポットムヒーテング式でない、是は二相三線式で三個の電極が一直線に置いてあつて、真中の電極を大きくして、兩方の電極を小さくする。真中に餘計の電流が通ずる、兩端の電極に比して $\sqrt{2}$ 倍丈け餘計の電流を通すのである。斯くして爐の中央に多量の電流を通じ、熔解を完からしめ、又熔體の循環を助けて居る、二相四線式に比べて爐の電荷が確實になつて爐熱が均一になると云つて居る。それから又形の上から見ましても各部を通る電流に應じて電極から爐壁までの距離を定めて、妙な風に真中の脹れた形になつた、此により均一の加熱が出来て爐壁の過熱さるゝことを防ぐのである。前申した如く兩脇の電極は任意に其位置を轉ずることが出来る様になつて、而かも石綿製半球狀の塞子にて密閉されて居る、此爐は昨年米國で專賣になつたもので、まだ實用にはならないが、將に使はれんとして居る型であります。それからしてグリヴァス、エツチエルス式(第十五圖)は可なり名高い爐で、此爐は英國シェフィールドで電氣爐を始めて用ゐ出して大いに功をなしたものであります。此戰時中色々の削り屑が澤山出て、その處理法に因つて此の爐を以て解決を附けたのである。三相(又は二相)爐にして黒鉛電極を用ゐ、上に二本(六噸乃至十二噸)爐は上に四本の電極がある(下には爐床の真中に一個の銅板を置いて下の電極をなす、此三ヶ電極を△に連結し銅板の上に二十吋以内の鹽基性床があつてポットムヒーテングの型であつて、全體の電力の一割二分以上が爐底を通るやうになつて居る。此爐底は主にドロマイトとマグネサイトとの混合物より成つて、内部の熔鋼に接する所はドロマイトの量を多くし電氣の抵抗を増し外部はマグネサイトのみを用ゐて出来る丈け電導性を高め此の部の熱の損失を防いで居る。上部の二電極が相調整されるれば相のバランスは完全になる様に變壓機の割合が調節してある。變壓機の高壓側の連結はデルタ、スターになつて居て、熔解期に電極の短絡を防ぐとが出来る様になつて居る。結局力率が餘程高く發電所にシ

68 ヨックを與へることが極めて少い。是は亞米利加にも二年ばかり前に初めて用ゐられました。短日月にも拘らず、今日米國で高速度鋼又は特殊鋼の製造に大に廣がつて米國のみにも爐の數三十もあるやうになつて來た。それから此式と同じ様な米國のワイル式爐(第十圖)では電導爐底の下に黒鉛電極を用ゐて居る。此爐も現今少しばかり使はれて居ります。ブイツホール式爐(第十三圖)は最近米國に起つたバランシングのよき新型の爐であります。單相、二相、三相何れもありませんが普通は二相の爐であつて、上部に二本の主電極と外に副電極が一本あります。爐底はマグネサイトにて作り電導性となし此部の厚さ十八吋の下に二個の鑄鋼格子(下部電極)を裝置して之にニュートラルを連絡する、而して冷鐵裝入の後熔ける迄は副電極を下げて冷鐵裝入物に觸れしめニュートラルに連結する様にす、さうすると二個主電極と冷鐵との間にアークが起つて熔解の間に確實に電流が通る、斯くして普通のアーク型爐の不利益を防ぐことが出來て、特に冷鐵操業に適するものである。それから裝入物が熔けますと、今度は此電極を引揚げて各上下兩電極の間に完全に一つ宛、電流が通るやうになる。普通に用ゐられて居るは四噸爐で、電壓百二十五ボルト、變壓機千二百キロボルトアンペアのもので、此爐は亞米利加の發明であつて一噸爐以下では單相とし、主電極一個、副電極一個、下に鑄鋼格子一個とす、六噸爐以上には三相とし上に主要電極三個、副電極一個、下に鑄鋼格子一個とし、大爐では十二噸のものがある、此爐は米國ミッドランド電氣製鋼會社のイリノイス鑄鋼工場で冷鐵を用ゐて鋼鑄物又は低磷銑鐵製造に使はれて居ます。

斯う云ふ風に色々製鋼爐の型式がありますが、所要電力及精製時間等は原料に冷鐵を用ゐるか熔鐵を用ゐるかに従つて大に異つて、普通三噸エル式爐では冷鐵の場合に變壓機は二百五十キロボルトアンペアのもの三個、五噸爐では四百キロボルトアンペアのもの三個としますが、熔鐵を用ふる場合には所要電力には冷鐵の場合に比し約八割の電力に當る變壓機を用ゐます、噸當り電力消費量

と一回精製時間は勿論爐の大小と原料の差と、精製の程度によつて異なるもので、概して冷鐵を原料とする場合に一噸爐では普通一回時間が約四時間弱で電力量は一噸(鋼塊當り約九百五十キロワット)時であるが、熔鐵を原料とする場合には一回時間が約一時間半、噸當り電力量が約三百三十キロワット時となる、而して爐の大きが増すに従つて所要電力量が減じ、經濟的となるが、三噸以上では餘り變らないのである、三噸乃至五噸爐では冷鐵の場合に普通一回時間は五時間半乃至六時間で、噸當り電力は約八百キロワット時であるが、熔鐵の場合には一回精製時間は約二時間となり、噸當り電力は約二百三十キロワット時となる、此れは何れも只一回鍍を造り最も簡單なる精製を行ふ場合の數であります、數回鍍を造つて精製を完からしむる場合には毎回の鍍に對し一噸爐なれば時間約二十五分、噸當り電力八十乃至九十キロワット時、三噸乃至五噸爐なれば三十分乃至四十分、噸當り電力六十乃至八十キロワット時の割合にて増加するものである、鋼塊に對する電極消費量は普通熔鐵の場合には一%以内、三噸以上の爐で注意して操業をなせば0.5%以下にすることが出来る、冷鐵の場合には三%位であります。

電氣製鋼の經費に就て一言します。普通の大きさの爐即五噸位のもので冷材を原料とする場合には歐米の例によると、鋼塊一噸當り熔劑、還元劑、鐵合金(平爐の場合より稍少い)で三圓以内、修繕費及保存費で四圓以内、熔材を原料とする場合には三圓以内、電極二圓以内、熔材の場合には約五十錢、電極費は本邦では約此二倍位要ります。職夫賃錢約二圓(平爐より多い)、資本償却及利子(一五%)で約二圓、所要資本は平爐に比し約二倍位かゝる、其他の雜費約一圓五十錢、外に若し專賣料あれば約三圓となり、以上の費用は平爐の場合に比し遙に高い、併し原料には到底平爐で用ふるとの出來ない細い廉價な屑鐵が使用され得ることと、酸化損失の少きことは大に考へに入れなければならぬ、假りに平爐で酸化損失を七%とし、電爐で三%とすれば差が四%となり、之を假りに一噸二十圓の屑鐵とするも此丈け

70  
でも鋼塊一噸に對し電爐の方八十錢を利することとなる、加之鋼塊より製品になる割合が電爐では平爐に比して少くとも分止りが一〇％位高いのである、鋼の性質製品の種類によりては二〇％或は以上の差があると考へて宜い、此等の諸點を考ふれば以上の諸經費は結局燃料を除いて平爐の場合と大差がないことと思ひます。然るに電氣製鋼の場合に鋼塊一噸に對し所要電力量は冷鐵の場合に約八百キロワット時、熔鐵の場合には約二百三十キロワット時であつて、平爐の場合に燃料として鋼塊一噸に對し〇、三五噸の石炭を要するものとし、假りに石炭一噸の價を十五圓(十圓)とすれば鋼一噸に對し五圓二十五錢(三圓五十錢)となり、冷鐵を原料とする電氣爐の所要電力量八百キロワット時と對照すれば、一キロワット時約七厘約五厘となる、即ち電力一キロワット時七厘(五厘)で、石炭一噸價格十五圓(十圓)なる時は電氣製鋼が一般的に平爐製鋼に比敵することが出来ることとなる譯であり、ます。歐米の如く石炭の價格の廉なる所にては電氣製鋼は自然優良鋼に限られ、普通平爐鋼級のもものは到底望がないが、本邦の如く炭價高き所にては電氣製鋼こそ大に研究を要する所と信じます。

次に一體電氣製鋼なるものは何所が特色で普通製鋼に比べて自ら獨特の方面を占め得る點は何であるかと申しますと、劣等の屑鐵を然かも是ばかり用ゐることの出来ることや、溫度の調節が理想的に行くことや、熱が高く鹽基性高き鍍を造ることが出来て脱硫や脱磷が徹底的で精製作用が完全に行くことや、平爐では硫黄分の少い原料を用ゐない限りは硫黄分〇、〇五％以下の鋼を製することは不可能であるが電爐では容易に〇、〇一％迄にし、尙進んで痕跡迄にすることも出来る、磷分〇、二％の原料から三回鍍を造り脱磷作用を行へば〇、〇一％以下とすることが出来て、尙數回之を行へば痕跡迄にすることが出来る、平爐では磷分〇、二％の原料から〇、〇五％のものにすることは頗る困難である、其外酸化の損失が少いこと、製品が瓦斯や鍍を含まないことや、結局均一の品質と確實な成分の良鋼を得ることが得點であるが、最も獨特の點は空氣や、瓦斯を遮斷し熱を調整し最後の處理即ち脱酸

とキリングが理想的に行くことと云ふことに歸着する。ベセマー爐や平爐は勿論坩堝爐でも到底電氣爐の如く理想的には行かない、甚不完全である。此の最後の處理が平爐でも最も大事な點で最も困難な所であり、それで電氣爐で造つた鋼は平爐で造つた鋼と炭素や硅素等の成分は同一であつても強さ其外理學的性質は大に優良のものになる、即ち炭素〇、二％の普通の電氣爐鋼は最大抗張力每平方吋三十五噸以上、イールドポイント二十五噸以上、エロンゲーション三割以上エリヤレダクション五割以上と云ふ様な餘程強い物が出来るが、平爐其他では同性分の鋼は出来るが、強さ其他の性質は到底電氣鋼に及びませぬ、是れはつまり脱酸がよく行き、最後の處理が理想的で、瓦斯や鍍等を含まなからずでありまして、温度が高く精製が均一に行き製品が一定して居る、此のことは合金鋼の場合に最も大切である、タングステンやクロム等を望む分量だけ確實に製品に入れることは到底他の製鋼法では企てる事が出来ない。最近特殊鋼の工具を直ちに鑄物にて作る様になつた、それから炭素鋼や特殊合金鋼の優良鋼はローリングや熱處理が困難で大に性質を害するものであるが、此等の電氣鋼は此等處理が容易で、性質を害することが少い大利がある、故に最近引拔鋼管とかモーターカー等の車軸や、クロム鋼等の合金鋼で造る軸受金物に用ふる徑半吋以下の鋼線や、特殊の鋼板等のローリングが盛に起つて來ました。それから炭素鋼や合金鋼の鋼鑄物や、此等よりなる各種車軸其他の鍛工業フナシメに盛に電氣鋼を用ゐる様になつた、鑄物でも殊に断面の薄いものや、細く長い様な物で大に強さを要し優良な品質を要する物が澤山あります。ダイ類、諸種の型類、自動車、飛行機、其他諸機械、機關車の部分類等の材料に適します。電氣鋼は性質がよく熱も高く小形の鑄型に湯がよく流れ込み靜かに固つて氣泡もなく極く強い鑄物が出来るのである。最近殊に急撃に當る所の齒車類を造り非常に強いものが出来る様になつた。それから諸種車輪やボールベアリング用クロム鋼の球杯には電氣鋼が最も適當で其製造も段々盛になつて來ます。又最近船舶用鍊鐵鎖の代りに直接電氣鋼の鑄

物で作る様になり従來の鍊鐵鎖に比べて強さ二倍以上のものが出来る様になつて、英米にて大工場の建設をも見るに至つたのである。

斯の如く以前は殆んど工具鋼や軍器等の材料に限られて居つた電氣鋼は今や大に各工業方面の材料に應用が廣まつて來て、従つて以前は一日十噸か二十噸位の工場が多かつたものが漸く大規模の工場を見る様になつた次第である。一昨年加奈太政府でトロントに鋼屑を利用して砲彈其他の軍器用鋼塊を造る目的で六噸エルー式十基製産能力一ヶ年約十五萬噸の工場を建てたといふことであるが、今は平和の諸製品を出して居ることゝ考へられる。それからサウスシカゴ工場は一ヶ年約二十萬噸の能力を有し炭素鋼、合金鋼の鑄物と鍛工品を製出する世界最大の電氣鋼工場であることは前陳の通りで、英國でも一ヶ年十萬噸以上の同様の工場を見る様になつたのであります。

翻つて本邦の状態を見るに電氣製鋼は既に數年來名古屋製鋼所、信州諏訪工場、八幡製鐵所、王子の日本電氣製鐵所、岸博士工場、安來製鋼所等で實行されて居りますが、爐も八幡製鐵所の三噸爐、名古屋製鋼の二噸爐を除いては概ね一噸以内で主に工具鋼等の特殊合金鋼に限られ、未だ鋼鑄物や鍛工業を企圖したものはなく甚だ微々たる有様で、遺憾の至りであります。元來電氣製鋼は原料が安價で得られ製品の市場に近き所に起すべきもので、電力の廉不廉は夫れ程に重きをなさないもので、外國では随分一キロワット二錢以上の所で成立して居る所も少くない。本邦の都市では概ね二錢以下で得られ一方には石炭が高價で寧ろ平爐操業に不便であるから、本邦に於ては電氣製鋼は前途大に有望と云はざるを得ないのであります。今後諸工業の進歩に連れ本邦に於ても自然廣く電氣鋼の需要を喚起すべく、斯道の諸彦は此際銳意斯業の研究を遂げられ、沉く其製品の偉力を利用するゝとを希望して已まざる所であります。甚冗長に失し恐縮に存じます。(完)

去る三月總會に於ける桂水崎兩君の演説に對する會長の挨拶

會長 今泉嘉一郎

唯今兩君の御演説は非常に面白く且つ有益なることを伺ひまして御禮を申し上げます、就中桂君の御話の電氣銑鐵製鋼事業と云ふことは、日本の國情から致しましても原料供給の關係から致しましても、石炭コークスの段々缺乏を來すと云ふこと、或は水力電氣及原料となるべき鑛石との關係が地勢上どうも大工業に適しない場合であります、其場合には便利であると云ふ風に考へても、日本に於ては思ふやうな銑鐵は出來ない、それが任意に出來る狀況になつた、其狀況に於て任意の物が電氣製鐵で出來ると云ふ傾向を有つて來た、斯う云ふことは將來有望のものであらうと思ふ、それから電氣製鐵の方に就きましては私は一層此際申上げて置かなければならぬ、即ち此平爐シーメンズ、マルチンを以て鋼を造ると云ふことが今日世界一般でありますけれども、是はマア任意の鋼は造れない、任意に良い物をシーメンズ、マルチン爐を以て造るには、非常に上手な職工を要し、非常に良い燃料と非常に良い原料を要するので、斯う云ふ風に揃はなければ任意の製鋼を期することは出來ない、其場合に電氣爐で以て最後の仕上げに至るまで出來ましたならば、僅かの資金で以て最も熱の強い一番むづかしい仕事まですると云ふことは、電氣爐が最も容易く職工の指揮さへすれば是が出來る、是は電氣製鋼が非常に都合が好い、各製鋼所のキャパシチーが電氣爐を使つて發達を爲すことに就て幾つと云ふ數のキャパシチーを増し、さうして百發百中、思ふ所の製鋼が出來ると云ふことになりましたならば、非常に愉快なことである、斯う云ふことに就きまして不思議にもさうして六ヶ敷い鋼を造らなければならぬ場合に電氣製鐵が増して來たと云ふ御話も段々承はつて居りますことでありまして、亞米利加に於きましても電氣製鋼と云ふことが近來大に流行つて來て居ると云ふことでありま

74 ず、斯う云ふことに就きまして、桂君が學術上御説明下さつたことを感謝致します。

ゲリー、システムに就きまして水崎君の御話は我々製鐵業者鐵鋼協會とは直接關係はない、ゲリーと云ふ名前の關係がある位であります、我々一部の工業家として又日本國民として非常に參考になる所の教育の御話であつて是も誠に有益であり、且つ面白いことであつたと思ひます、そこで諸君、拍手して兩君に感謝をして頂きたい。「一同拍手す」