

第二章 ベセマー鋼製造法

一六六

此法の原理は鎔融せる銑鐵を原料として、之に空氣を吹き込み、炭素、硅素を燃焼除去せしめ、直に鋼を造るのである。其上此等の仕事を、他より別に燃料を與へずして、銑鐵中の諸元素の酸化燃焼にて生ずる其熱を利用する。而して頗る鎔け難い鋼を鎔融するのである。

千八百五十五年英人ヘンリー・ベセマー氏の創意であるが、非常なる革命的大發明と云はねばならぬ。其は發明當時迄は坩堝で鋼を造つたり、又パッドル式で鍊鐵を造つたものである。新法は別に燃料を費さないから、坩堝法より著しく廉價に製鋼も出来るし、又製鋼量を見るとパッドル式では、一晝夜に三噸を造るが、ベセマー新法にては之を僅々二十分間に仕上げる事が出来る。況んや今日にては十五噸の鋼を十分間で得る次第である。従て爾來製鐵業者が多量に、且つ廉價に鋼材を供給出来たのは、全く此のベセマー法の力に頼ること多いのである。

始めベセマー氏の製鋼爐は、其の内壁を悉く酸性耐火爐材なる、含硅石材料を以て塗理したのである。従て其製鋼法を、一名酸性ベセマー法、又は單にベセマー法と唱へる。是では製鋼原料に含んで居る、燐分を除くことが出来ない、故に若し燐分の多い銑鐵を用ゐて鋼を造つたなら、従て燐分の多いものが出る。然るに鋼は其燐分が大凡〇・一%以上に達するとき、脆き性を帶ぶ次第であるから、ベセマー法の原料たるべき銑鐵は、含有燐分の〇・一%以下に留まる、極純良のものでなければ不都合である。そこで此の製鋼法が發明せられて以來は、其原料とすべきものは、彼の鑄造用に供する様な、普通の銑鐵ではない、英、獨等でも外國から、燐分の少ない鑛石を輸入して、純良なる銑鐵を造らなければならぬことになつた。

併し一方では、燐分を取り除く方法を種々と工夫した末、終に西曆千八百七十八年にトーマス氏とギルクリスト氏の兩人が、製鋼爐の内壁を塗る材料として、白雲石の焙焼せしものに、コールターを混じたものを用ゐた。又製鋼する際に石灰を加ふることを發明した。之をトーマス製鋼法、又は鹽基性ベセマー

一製鋼法と稱する。此法にては唯燐分を驅除し得るのみでなく、又之を燃料とすることが出来て、所謂一舉兩得と云ふことになつた。

第一節 製鋼原料

以上述べた様にベセマー法、又はトーマス法にては、他より別に燃料を加へずに、銑鐵其れ自身中に含まるゝ元素の燃燒、酸化の熱を利用するものであるから、何んな銑鐵でも悉く之を製鋼法に處し得ることは出来ない。酸性式にては銑鐵中、硅素分が重なる燃料であるから、少くも其硅素含有量は、〇・六%以上（米國の例）より一乃至二%（歐洲の例）に達し、燐は〇・一%以下、滿俺は〇・五乃至二〇%とする。又鹽基性式に處すべき銑鐵は、燐分を一・八乃至二・五%も有し、硅素を〇・五%迄滿俺を一乃至二%有するものである。此等の目的に應ずる銑鐵を、夫々ベセマー銑鐵又はトーマス銑鐵と稱する。

第二節 轉爐製鋼用コンバーター

製鋼を行ふべき爐は、轉爐と稱し第三十七圖及第三十八圖に示す如く、特殊の形狀を有するものである。而して α は其原料なる鎔融銑鐵を入れる口を兼ねて、出來上つた鋼を注ぎ出す口である。全體が d なる齒車の仕掛により、横臥せる軸の周圍に回轉する様にしてある。其容量は一時に銑鐵を五噸乃至二十噸丈入れることの出來るものである。而して其内容の大きさは、銑鐵が占むべき容量の略ぼ十倍程になつて居る。是れ製鋼の際に烈しく鋼が吹き飛ばされて、爲めに損失を來すことがあるから、其を防ぐ爲めである。爐の側壁中に大なる膨張部がある。爐を倒し此處に鐵を貯ふることが出来る。此の膨張部が一方にあるものは、普通獨逸國にて用ゐらるゝものである。他に前後兩側にあるものは、米國に重用せらるゝ。圖は後者に屬するものである。製鋼する爲め爐内に送るべき風は、一・四乃至二・五氣壓のもので、爐の軸を通して圖中 c なる爐底部に、装置しある風櫃より進入する仕掛である。而して爐底には數多の羽口、即ち小孔を穿ちて、送風を一樣に擴げることが勉めてある。此爐底部は操業の際破損すること最も甚しいものであるから、此部丈を新に

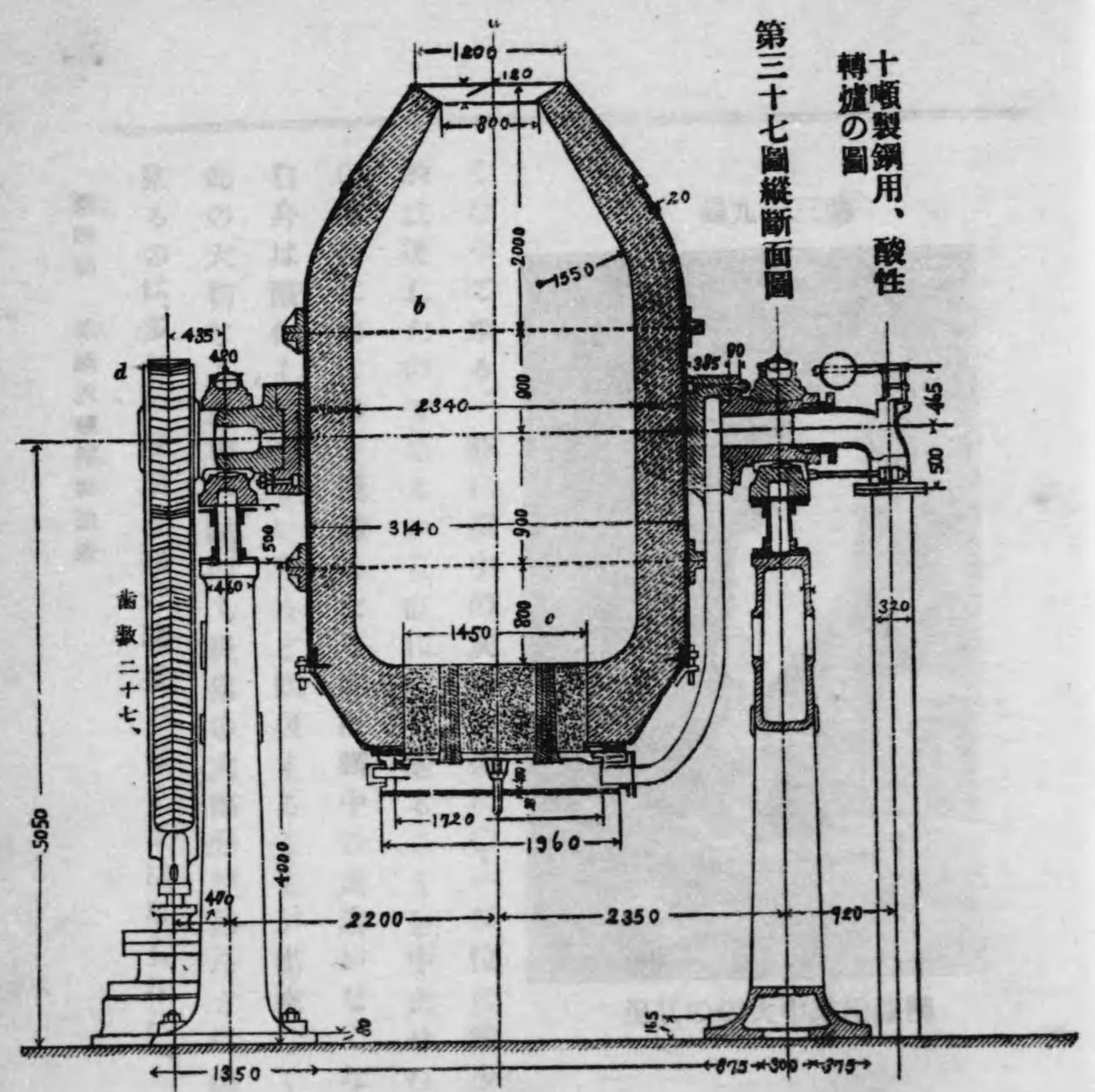
轉爐操業法

第三節 製鋼操業法

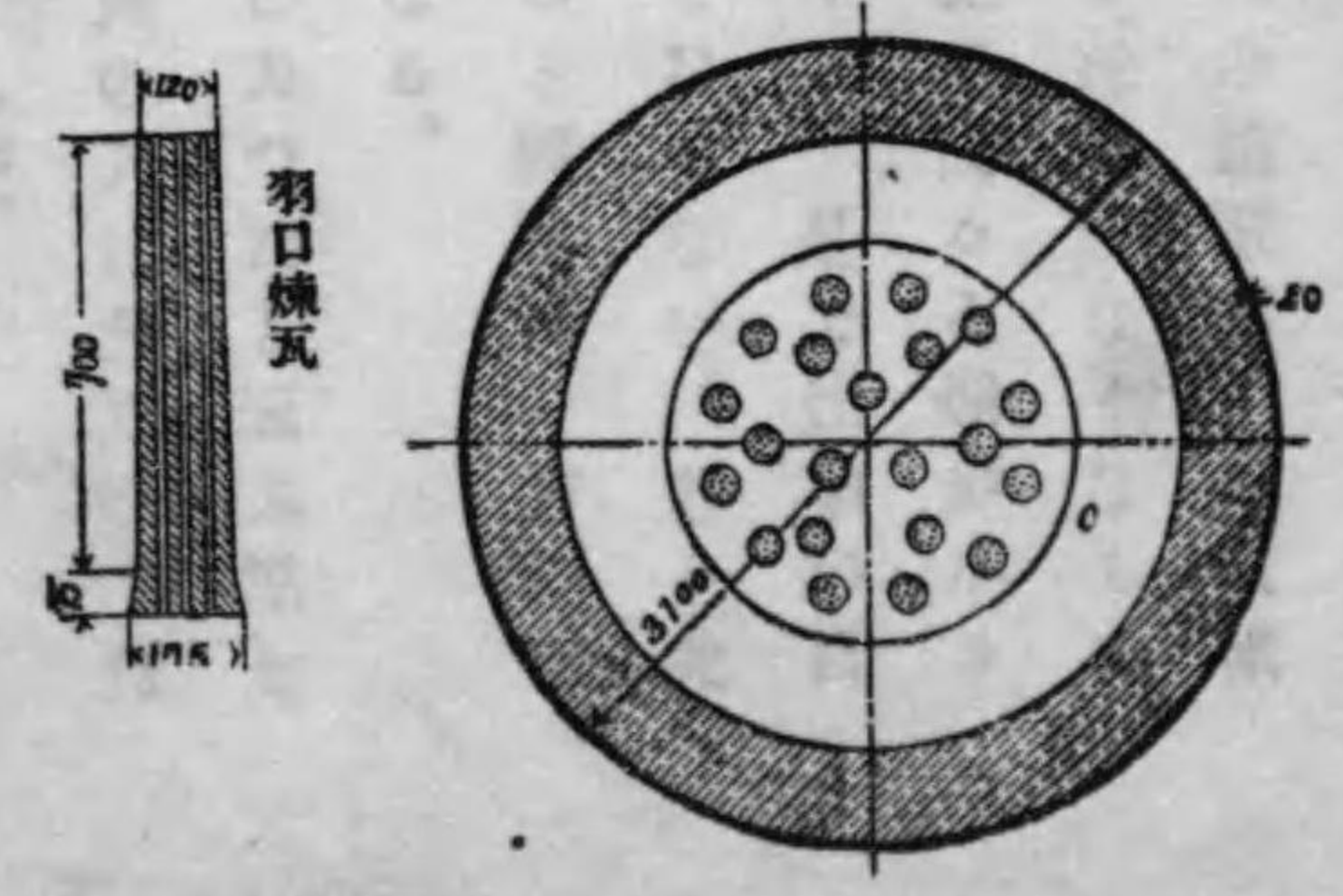
製鋼の作業順序を擧げんに轉爐を横臥して原料なる鎔融銑鐵を之に流し込み其側壁膨張部に之を溜める從て底部に存在せる羽口に銑鐵が入りて之を閉ぢる様な害はない。偕て風を通して十分其壓力を高むるに至ると爐を直立する。直に強壓の送風が鎔融銑鐵の中を通じ昇騰して酸化作用を逞ふす。從て銑鐵中の種々の元素が燃焼酸化せらるゝものである。

此等の作業中何れの元素が先に除去せらるゝかと云ふに種々の情況で異つて居る。今最初に酸性式ベセマー法のことを述べん若し鎔融銑の有する溫度が比較的低ければ第一に硅素滿俺等燃えて其の熱で爐の溫度高まり始めて炭素が燃え出す。而して瓦斯が盛に出づる爲め白熱なる大なる火焰を噴出す其狀恰も第三十九圖に示す通りである。又若し最初から爐内部又鎔融銑の溫度が高ければ直に炭素の燃焼が始まるのである。要するに斯く

酸性式ベセマー法



第三十七圖縱斷面圖
十噸製鋼用、酸性轉爐の圖



第三十八圖平面圖
縮尺七十分之一

築造して、容易に取り換ゆることが出来る様に構造してある。

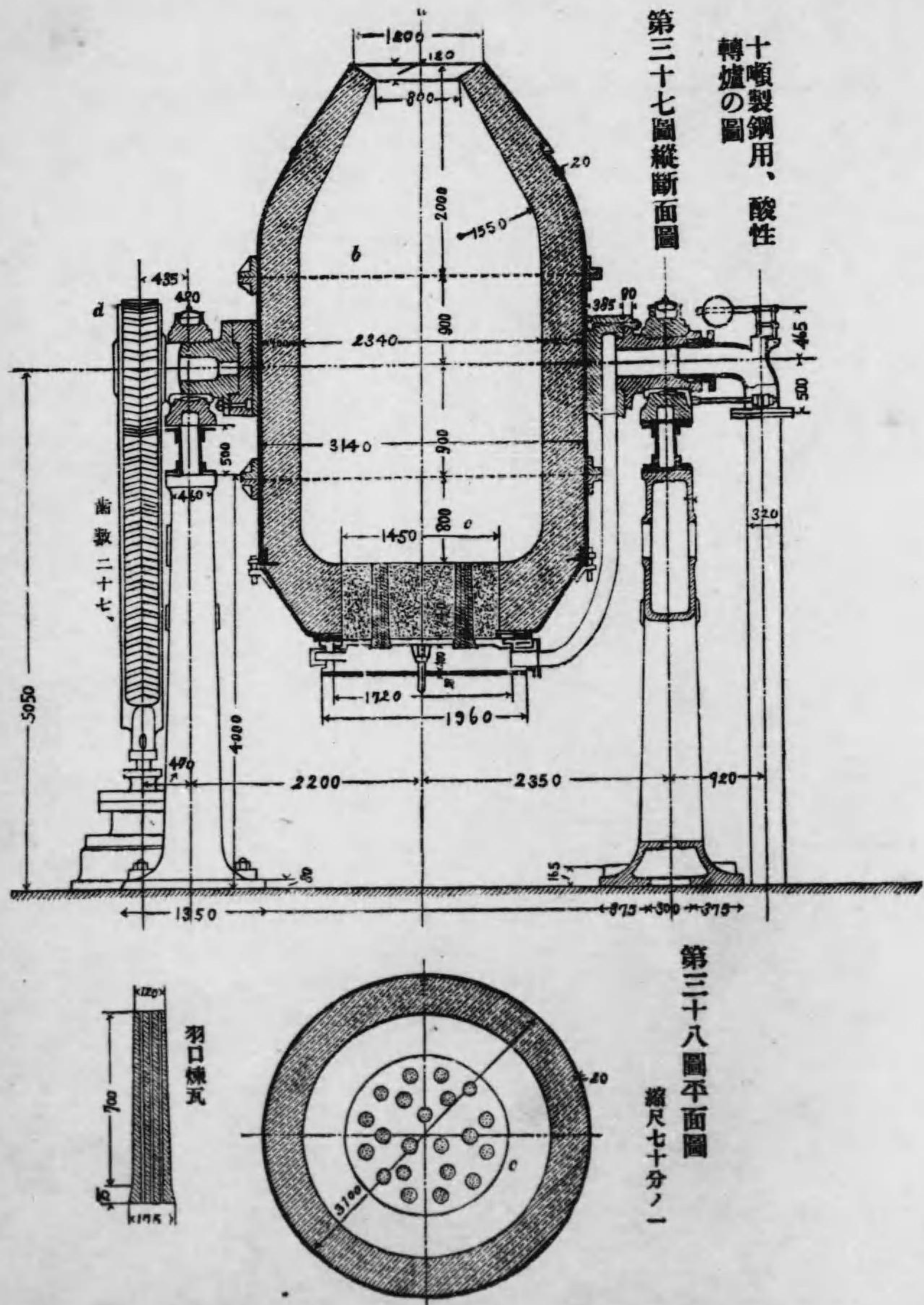
第三節 製鋼操業法

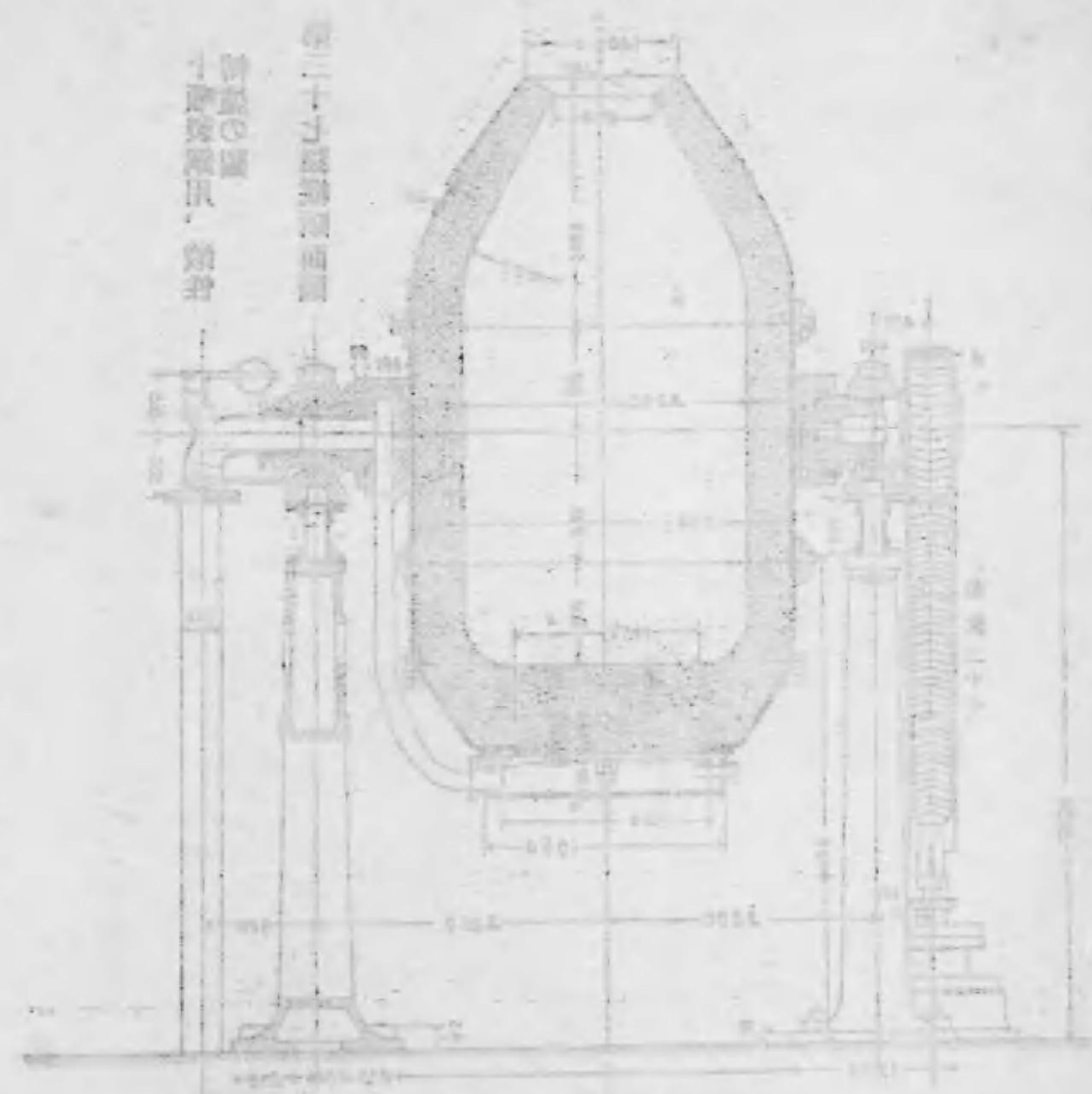
製鋼の作業順序を擧げんに轉爐を横臥して原料なる鎔融銑鐵を之に流し込み、其側壁膨張部に之を溜める、從て底部に存在せる羽口に銑鐵が入りて、之を閉ぢる様な害はない。偕て風を通して、十分其壓力を高むるに至ると、爐を直立する。直に強壓の送風が鎔融銑鐵の中を通じ、昇騰して酸化作用を逞ふする。從て銑鐵中の種々の元素が、燃燒酸化せらるゝものである。

此等の作業中何れの元素が、先に除去せらるゝかと云ふに、種々の情況で異つて居る。今最初に酸性式ベセマー法のことを述べん、若し鎔融銑の有する溫度が比較的低ければ第一に珪素、滿俺等燃えて、其の熱で爐の溫度高まり、始めて炭素が燃え出す。而して瓦斯が盛に出づる爲め、白熱なる大なる火焰を噴出する、其狀恰も第三十九圖に示す通りである。又若し最初から爐内部又鎔融銑鐵の溫度が高ければ、直に炭素の燃燒が始まるのである。要するに斯く

轉爐操業法

酸性ベセマー法





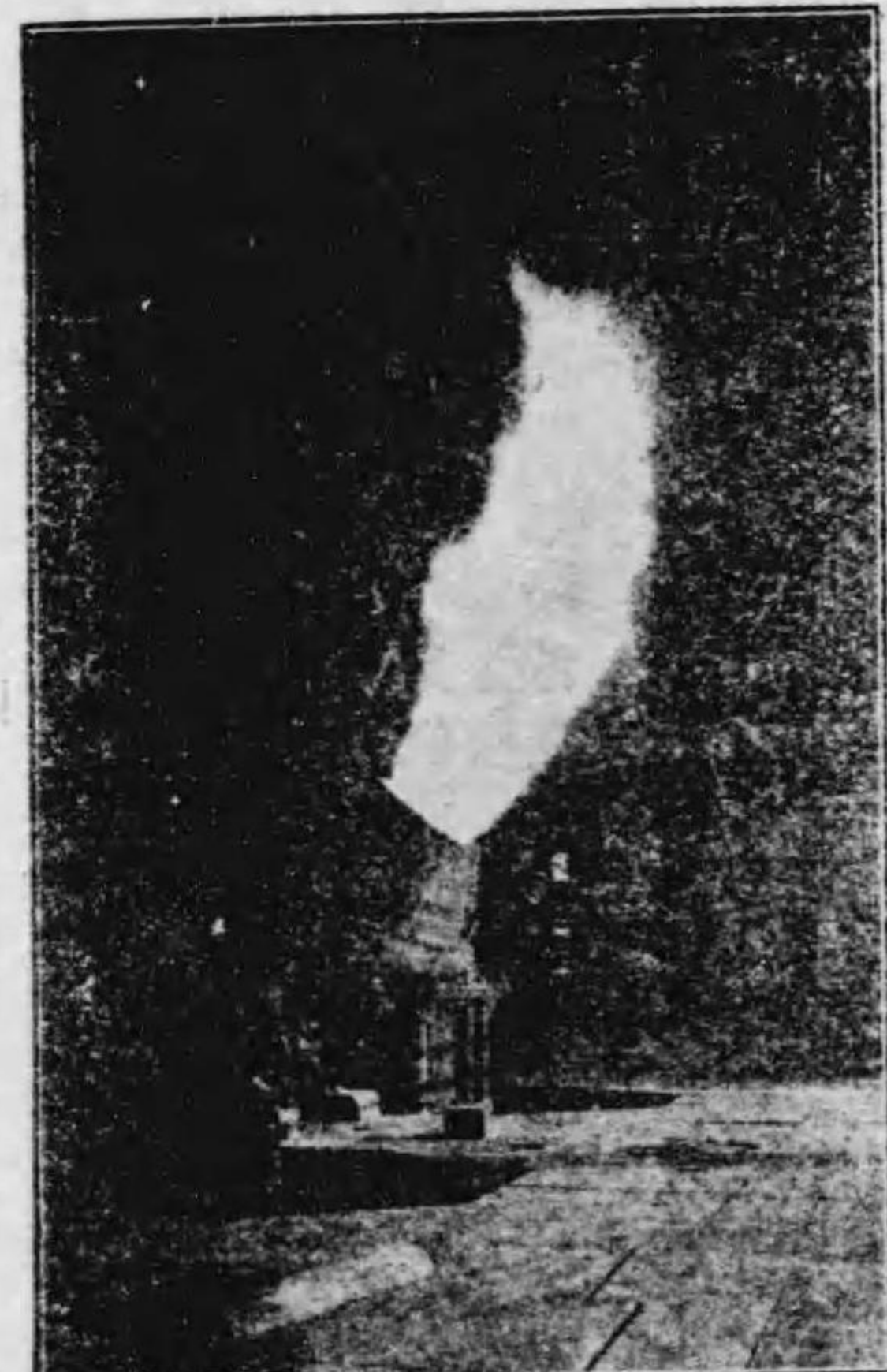
第三十七圖 轉爐の構造



第三十八圖 轉爐の構造



第三十九圖



轉爐作業中火焰の状況

くなつて来る。終に鐵中の炭素は僅に〇・一%位に減少する。是で仕事の目的は達したのであるから、直に風を送ることを中止せねばならない。若し此の場合に向仕事を繼續したなれば、鐵中の炭素がなくなると同時に、一方に鐵自身は酸化してしまい、殆んど回復することが出来なくなる。
 此の大切な最後の點、即ち炭素の大部分が殆んど燃焼し去つたと云ふ點を見るのは、多年の経験を積んだ職長でなくてはならない。此の人は分光器で爐

炭素の燃焼盛になるときは、爐外に數間も長く火焰を吹き、爐内は盛に沸騰するのを聞くことが出来る。爐内の熔融鐵中の炭素が、段々少なくなるに従て、段々火焰が小さ

から出る火焰を不絶見て居り、其光の色の模様で判するし、或は爐を倒して爐内に温めたる鐵棒を入れ、少許の鋼粒、又は鐵滓を附著せしめて取出し見る。鋼粒も軟かく、鐵滓も其色黒く、其表面平滑ならざる時は、爐内鋼中の炭素は殆んどなくなつた證據である。

併し以上の通りに、鋼中の炭素が少なくなつたとすれば、一方では既に鐵も多少酸化して鋼中に殘留し、其性質を脆弱ならしむるものである。其上に鑄製した鋼の用途に應じて、硬度を與ふる爲め、炭素其他のものを入れねばならぬのである。故に爐を横臥し、裝入量に對して、一乃至二%の滿俺鐵(六十乃至八十%の滿俺を有するもの)を與ふる。此滿俺は鑄融鋼中の酸化鐵を還元して、之を除く役目をする。今又軌條鋼の如き硬きものを造る場合には、其目的の鋼の性質に應じて、炭素を適當に與へる爲めに、鏡鐵(滿俺に對して比較的少量の炭素を含む)を加へたり、又はダービー式と稱して、骸炭或は無煙炭の粉末を入れることもある。

斯くして僅々十分乃至二十分間の間に、銑鐵を原料として鋼を造るのである。

ダービー式與炭法

而して出來た鋼の性質は、作業の最後の瞬間に裝入したものゝ量の多少にて、或る範圍内は、自由に硬軟種々なる鋼材を得ることが出来る。即ち製造せし鋼中の含有炭素量は、〇・一%乃至一・〇%、滿俺量は〇・三%乃至一二%の範圍内である。

爰に一寸述べねばならぬことは、炭素の多き鋼を得るに、前記の如く一度び銑鐵中の炭素を酸化せしめ、殆んど〇・一%位までにするのである。今若し其の途中にて酸化作用を中止せしめたなら、目的の炭素を有すべき鋼を簡單に得らるゝことゝなる。併し其の中止すべき時期を認識することが、頗る困難であるから、此法は瑞典國に於けるが如き、特殊の場合にのみ用ゐられて居る次第である。

次に鹽基性式ベセマー法、即ちトーマス法になると、先づ銑鐵を入れる前に、爐に生石灰を一割位裝入する。而して風を送つた後、銑鐵中種々の元素の燃焼するのは、略ぼ前記せる方法と同一であるが、此場合には炭素は殆んど燃焼し盡されても、尙磷分が澤山に殘留するから、之を酸化除去する爲めに、後吹とて

鹽基性ベセマー法

尙三分間乃至四分間續けて風を送る。

此の後吹の際、磷分が十分除去せられたと云ふを確むるには、轉爐を倒にして、杓子で試料を汲み出し、小圓飯塊に鑄造する、之を平く敲き後、焼入し其中央を折斷するのである。而して磷分のある場合には、折れ目に細長き粒が表れて、青味を帯びて居る。又磷分なくなつた時は、折れ目が細き粒となつて居る。若しも磷が尙存在することを認めるなら、尙送風を暫時繼續するし、又磷がなくなつたら、其儘仕事を終るのである。次に鋼中の酸化鐵を除く爲め、滿俺鐵や時には硅素鐵を加へ、或は硬き鋼を得る爲めに、鏡鐵を與ふるは前陳の通りである。

元來原料なる銑鐵は、非常に磷分を有するから、從て其鐵滓中に磷分が磷酸として、十五%乃至二十五%もある。是は普通トーマス鐵滓と稱して、好箇の肥料になるものである。然るに此等の滿俺鐵、其他を入れる時に、精密な注意をしないと、又鐵滓から一部の磷が還元せられて、鋼中に復還し、之を脆弱ならしむる。之を防ぐのは非常に困難である、殊に硬質の鋼材を鑄製する場合の如

トーマス
鐵滓

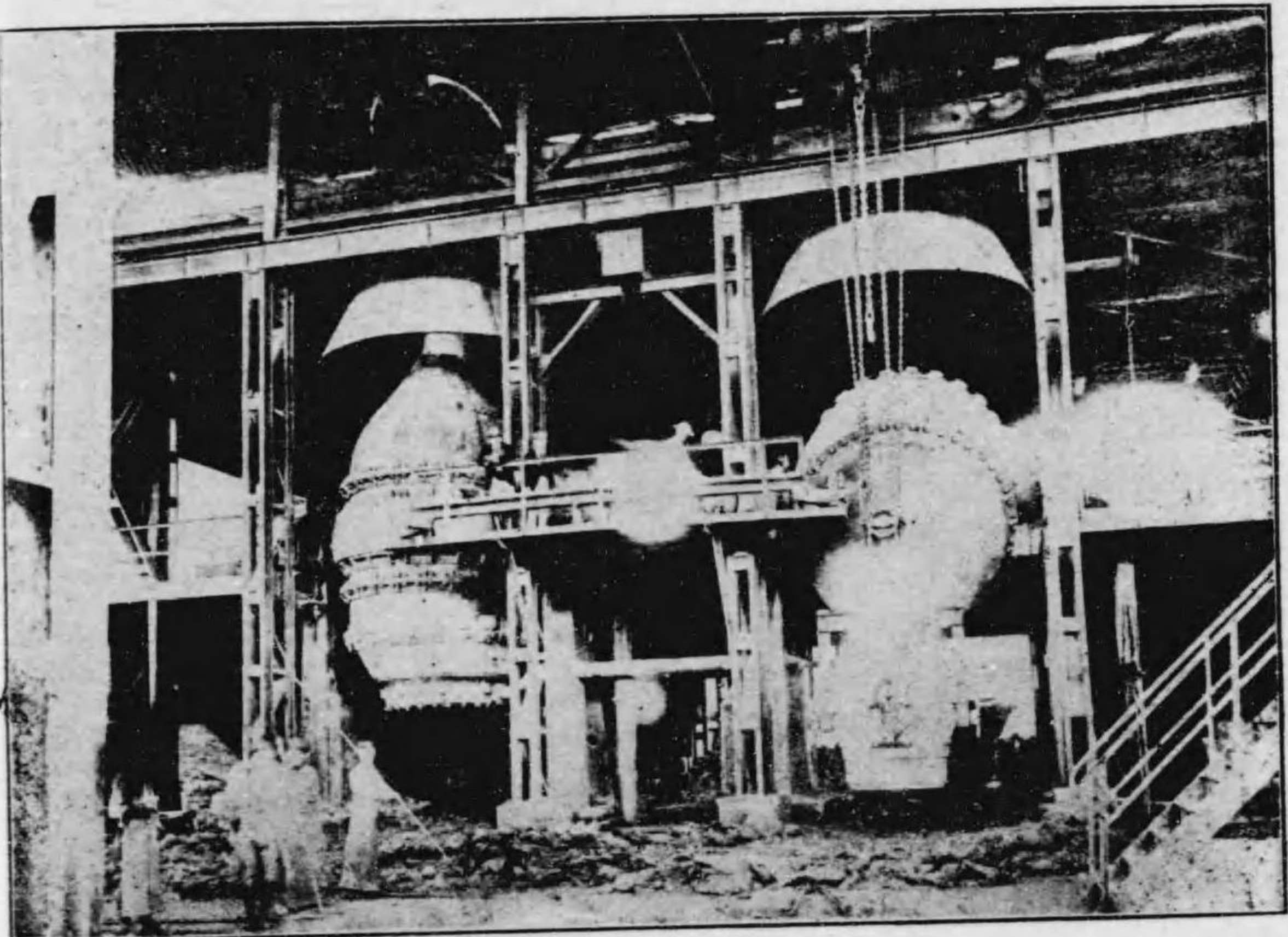
き、多量の鏡鐵を與へねばならぬ時には、最も注意を要する。普通は轉爐より銑鋼のみを取り鍋に移して之に鐵滓を入れない様にし、其の取り鍋中に、以上種々の合金銑類を加へて居る。而して吹き始めより要すべき時間は、大概十分乃至三十分である。

元來鹽基性ベセマー法では、磷を除去する序に、炭素を極く微量に迄酸化驅逐することが出来る。又一方では前記の如く、再び多量の炭素を加入せしむる時に、磷分の除去につき困難があるから、専ら軟鋼の製造に適する。之に反して酸性ベセマー法は、炭素の多いもの即ち硬鋼の製造に適するものである。製造せる鋼は之を轉爐より取り鍋に移し、鑄型に注ぎ込みて先づ鋼鑄型を造り、之より諸種の鋼材を壓延するものであるが、是は後項に纏めて述ぶることにする。

第四十圖は八幡製鐵所に於て、現に作業中の酸性式ベセマー轉爐を示すものである。二箇の轉爐は共に米國式の構造を有し、其容量十噸大なりとす。其内左側のものは現に送風中にて、圖中火焰の一部を示し、又右側のものは其の

ベセマー
製鋼法の
特色

第八轉爐製鐵所 第十四圖



出來上つた鋼を、取り鍋中
に移しつゝあるものであ
る。

第四節 ベセマー 鋼製造法の 特色

此問題に就きては、後にシ
ーメンズ、マルチン法を論
ずる場合に、其と比較して
詳しく述ぶるから、其を參
照して貰いたい。爰には
唯だベセマー法の最も適
する場合を一言する。

多量の生産力を有すべき工場であつて、比較的少量づゝ鋼を間断なく鑄製し、
而して常に同一質の鋼材を得る場合に、都合のよい方法である。

今日迄巨額の軌條鋼を市場に供給したものは、大部分實に此ベセマー法に外
ならぬ、殊に其の内でも酸性ベセマー鋼は、並質の工具類又は鐵道用其他の發
條等に應用せらるゝ。

又建築用材として、各種の形狀を有する鋼材は、之を酸性式、鹽基性式共に供給
する。併し其の内でも鹽基性ベセマー鋼は、鍛鍊し、鍛接し易き、極軟鋼として
最も優秀である。而して針金、薄板、又は鍛鍊材等に賞用せらるゝ。今日市場
に於て、鍊鐵を殆んど驅逐したものは、全くベセマー鋼とシーメンズ、マルチン
鋼とである。

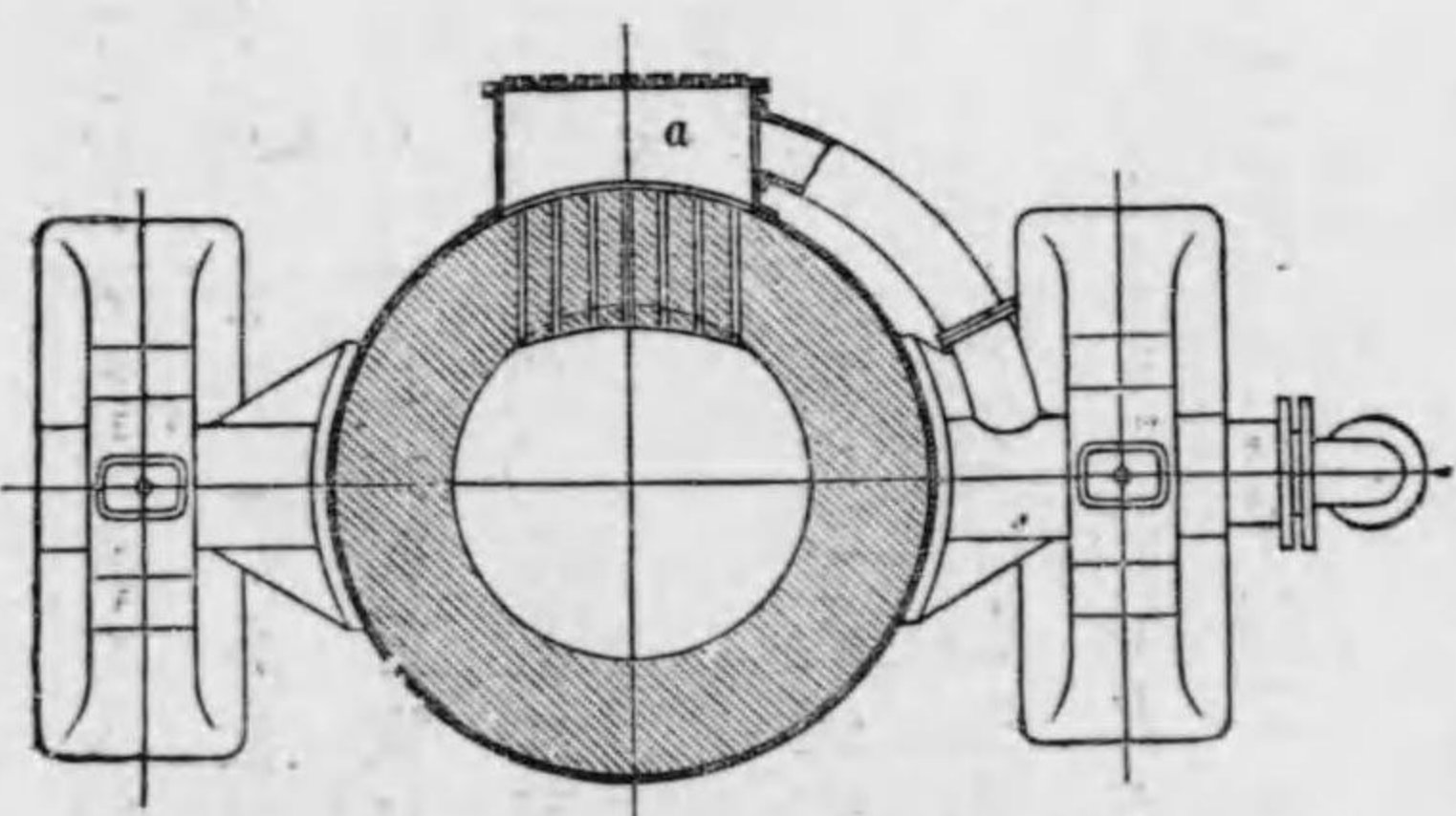
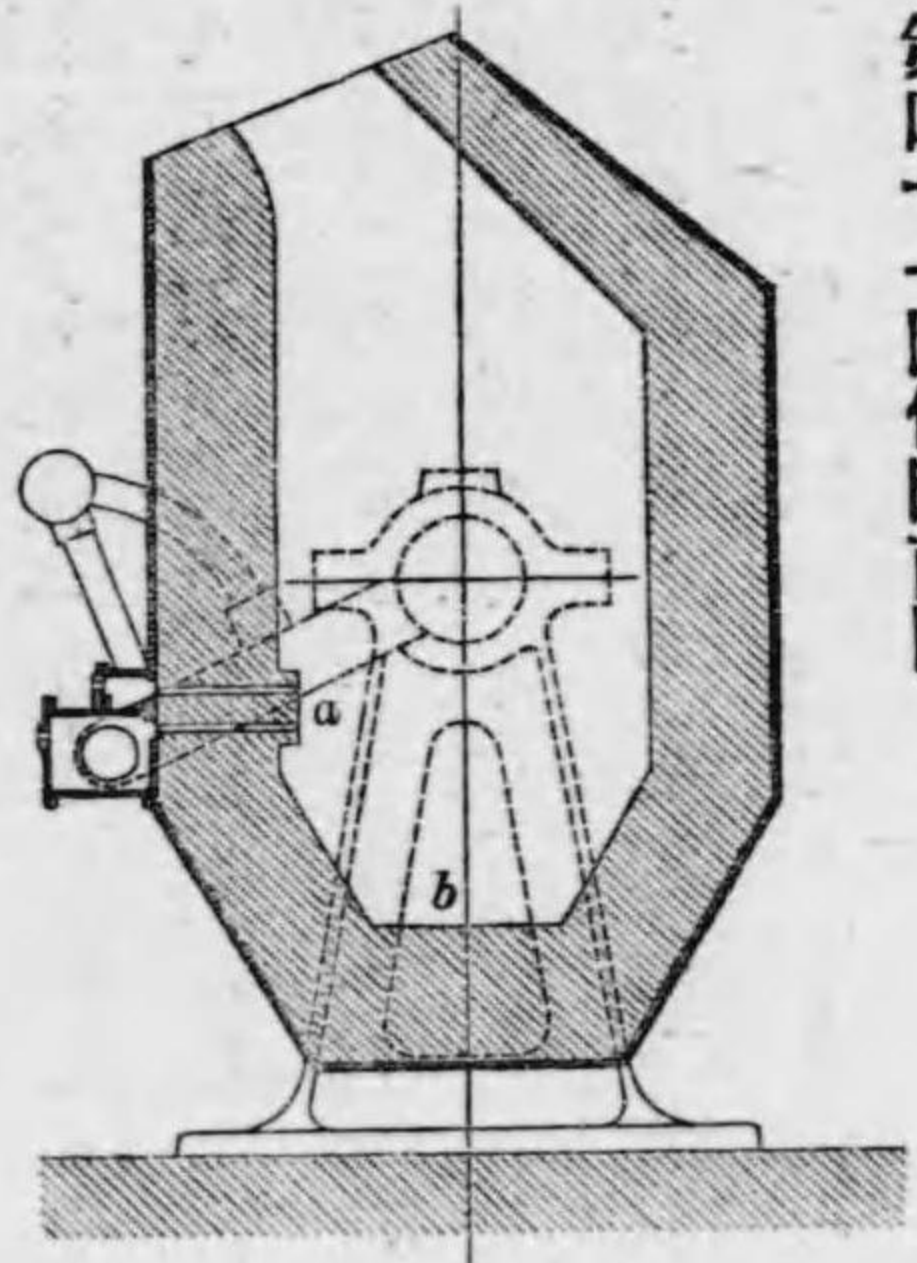
第五節 小形ベセマー製鋼法

是は殊に其容量の小なるもので、〇八噸乃至二噸を普通とする。一般に爐壁
内裡は、酸性質耐火材である。此爐で製造した鋼は、専ら鋼鑄物を造るに用ひ

られて居る。鑪の形状其他より種々の式があるが、其の内重なるもの二つ許り擧げる。

ロバート式に於ては、其羽口は鑪底より一定の高さを距て、一列に並び居る。而して操業の際に鑪内に入れた、鎔銑鐵の表面以下約四寸の位置に當る

トロベナス式轉鑪



第四十一圖側断面圖

ので、其羽口の並び方が相互に放射状になつて居る。従て送つた風は、巧に鎔銑鐵に運動を與ふることが出来る。送風の力は約四ポンド

トロベナス式小轉鑪

である。

トロベナス式と云ふは第四十一圖及第四十二圖に示す如く、其鑪底に近き部の鑪形状が圓錐體よりなり、又羽口aが二列に竝んで居る。其理は下列の羽口より送つた風は、銑鐵中の炭素を燃燒せしめて瓦斯を噴出する、此瓦斯を上列の羽口より出づる風で、完全に燃燒せしめて、十分に鑪内を熱することが出来る仕掛である。

今トロベナス式の操業法を述べんに、普通のベセマー法と異なることはない。小なる鎔銑鑪で、先づ銑鐵を鎔融し、之を長き溝を通じて、直に轉鑪に装入する。鑪の回轉は手動的になつて居る。今鑪を直立して操業するが、此銑鐵中の硅素分は一・八乃至二%である。而して夫々場合に應じて、鑪の傾きを變じて、羽口より出づる風が鎔融銑鐵面上の手前、或は向ふに當る様にする。即ち仕事を早くする場合には、手前に當て徐々に行ふ場合には、向ふに當てる様に、鑪の傾斜を加減する。羽口も最初は下列のみを開きて置き、鑪口より火焰が出る様になつて始めて上列の羽口を開くことにする。始めより約二十分間に

結了し、最後に鋼中に滿庵炭素等を與ふるは、他のベセマー法と同一である。小形ベセマー法の利害につきて推考するに、利益の點は、第一に鑄製し得た鋼の温度は、著しく高度に達し得る爲め、鋼鑄物などを造る場合に、十回も湯溜めをして置くことが出来る。即ち比較的小容量の轉爐を用ゐるとしても、必要に應じて大なる鋼鑄物を得ることゝなる。

第二は鋼鑄物を小仕掛に鑄造する場合、即ち普通の鑄物の片手間に、之を行ふと云ふ様な場合には、最も適當なる方法と云はねばならぬ。其は他の方法、即ちシーメンス、マルチン法、又坩堝法を採用するとせば、前者は大仕掛の資本と、操業法を必要とし、繼續的に仕事を行ふ場合の外は不都合であるし、後者は坩堝の外に、多量の骸炭を要し、不經濟たるを免れない。併し小形ベセマー爐を用ゐる時は、己れの欲する時間に何時でも、直に製鋼法に取りかゝりて、鑄物を造り得る次第で、頗る便利とする。

不利益の點を述べれば、是は總てのベセマー法につき、共通の事實であるが、一定量以上の屑鐵を鑄かすことが出来ない。又其の爐材の消費大なる爲め不

經濟なること、或は製鋼に際し十分なる經驗を要すること等であるが、併し前項の様に便利なる爲め、近來米國に於て此方法は盛に使用せられ、亦本邦に於ても海軍工廠に於て、何れもトロベナス式を採用して居る次第である。

第三章 シーメンス、マルチン鋼(一名平爐鋼)製造法

是は現今最も盛に行はるゝ製鋼法である。其歴史を尋ぬるに、銑鐵と屑鐵を混合鑄融して、鋼を得ると云ふことは、兼て試みられて居た。併し何れも小仕掛であつて、到底反射爐内などにて、之を遂ぐることは出来なかつた。是れ爐内の熱が足りない爲めである。然るにシーメンス氏が蓄熱爐を發明して、十分高温度に反射爐を熱することが出来、從て其目的を遂げた次第である。

千八百六十五年に佛國のマルチン兄弟は、シーメンス兄弟の此目的に應せんが爲めに造つた、反射爐にて、始めて規則正しく製鋼法を施行した。其故に此方法をシーメンス、マルチン法と稱し、其鋼をシーメンス、マルチン鋼と稱して居る。併し其名稱を時により、種々に呼唱するし、從て其製品たる鋼も、夫

夫方式の名を冠らせて呼びて居り、往々煩雜に流るゝから、茲に之を説明せん。マルチン氏が佛國に於て製鋼術を工夫して居る間に、英國に於てシーメンス氏自身も、銑鐵と鐵鑛石とを熔融して製鋼法を行ふた。其故に英國にて此の鐵鑛石を用ふる場合他の原料は銑鐵なるか、又は銑鐵と屑鐵との混合なるかを問はず、總じてシーメンス法と稱すべきものとする人がある。從て是に據ると、唯僅に銑鐵と屑鐵のみを製鋼原料とする方法を、シーメンス、マルチン法と稱することになる。然るに現今世界一般に用ゐらるゝ方法は、必ず多少の鐵鑛石を時機により附加するので、極端に此の命名に従ふ時は、現今の方法を悉くシーメンス法と呼ばねばならぬ。又實際英國に於て左様に稱することが間々ある。

併し今日一般に施行せる製鋼法の原料は、重に銑鐵と屑鐵とに依頼し、マルチン氏の方法を繼承するのであるから、英國に於ても多くの場合には、二發明家の名を冠して最初に述べた様に、シーメンス、マルチン法と稱して居る。獨逸にてはマルチン氏の代理人が、始めて此方式を輸入し操業したから、單に

マルチン製鋼法と稱し、佛國にてはマルチン、シーメンス法と稱する。之に反して米國に於ては發明家の名を採用せずして、其の使用すべき爐の形を採りて、オープン、ハース(平爐)製鋼法と稱する。英國に於ても之に倣ひ命名するところが段々多くなるのである。

此製鋼法にも酸性式と、鹽基性式との區別がある。酸性式は鋼を熔融する爐内の底を、丁度前項に述べし、ベセマー法に於ける如く、硅酸質耐火材料を以て塗りしものである。從て其原料中にある磷分を除くことが出来なかつた、然るにトーマス式製鋼法が發明せられてから、此平爐床にも、鹽基性耐火材料を利用する様になつた。之を鹽基性シーメンス、マルチン製鋼法と稱する。

第一節 製鋼原料

元來平爐製鋼法の目的は、銑鐵炭素多きと屑鐵炭素少なきとを熔融して、恰も炭素の中間に位する鋼を得んとする目的であつた。然るに製鋼爐内にて瓦斯は燃焼し、酸化作用を有する火焰を發生するものである。而して熔融金屬

に反應するのであるから、装入せし鐵中の炭素其他は段々減少する。従て此酸化力を巧に利用する時は、製鋼原料として銑鐵と屑鐵の割合を、或る範圍内の間は、如何様にも加減することが出来るのである。即ち銑鐵のみでも製鋼が出来、又銑鐵一割に屑鐵九割と云ふ調合でも、殆んど同一の鋼を得ることが出来る。併し、鐵の割合が多い場合は、製鋼法操業中、燃焼除去せねばならぬ炭素等の量が多いから、目的の鋼を得るに長時間を要する。之に反して屑鐵の割合を多くすると、元々炭素が少ないから、爐内では原料を唯熔融すればよいのである。従て短時間で済むことになる。

此の二極端の孰れを選ぶかは、色々の條件にて決定せねばならぬ。即ち得べき銑鐵及び屑鐵の代價の比較や、又は製造すべき鋼の種類等に關係するのである。獨逸の如き屑鐵を廉價に得べき所は、屑鐵二、銑鐵一の割合を普通とするに反し、米國英國にて屑鐵は割合に高價であるから、銑鐵を多くする。甚しきは銑鐵の割合を九割迄にすることがある。従て爐の大小の相違はあつても、一晝夜に製造し得る鋼の量は、餘り變らないことになる。例令ば獨逸にて

銑鐵と屑鐵の割合

一製鋼爐十五噸大のもので、一晝夜に六回も製鋼をする所がある。米國にては五十噸大のもので、二回の操業をなすとせば、獨逸にては小爐にて、一晝夜に九十噸を産出するに係らず、米國にては大爐にて、百噸に過ぎないことになる。日本に於ては比較的屑鐵が澤山で、價も廉であるから、之を多量に用ゐる。現に九州八幡製鐵所、釜石田中製鐵所でも、銑鐵と屑鐵とを略ぼ半々の割合に調合して居る。

原料の有する化學成分に就きては、其製鋼法と其の製造すべき鋼の種類に據りて、之を加減せねばならぬ。即ち酸性式にては前述した様に、操業中に原料中の磷分を除くことが出来ないから、豫め極少量の磷を有する銑鐵、又は屑鐵を選ばなければならぬ。殊に貴重なる鋼、即ち武器の材料にするもので、焼入等の作業を行ひ仕上をするものになると、最も少量の磷を有するものを要する。銑鐵も瑞典産木炭銑鐵で、其磷〇・〇二%位しかないものを用ゐ、又屑鐵として極めて純良なる鋼や、鐵のみを用ふるのである。或は此等の高價なる原料を省く爲めに、原料を先づ鹽基性製鋼法に處して、磷其他を除去せしものを、

酸性式
ステン
マル
ン法

始めて酸性製鋼法に掛ける場合もある。其他硫黄につきては、其含有量の最も尠ないものを選ぶのである。

鹽基性シーメンス、マルチン製鋼法に對しては、如何なる成分の原料をも、用ゐることを得る理である。即ち此法には如何なる屑鐵、又は銑鐵の片にても、之を熔融して可なりの鋼を造ることが出来る。従て或人が鹽基性製鋼平爐は、動物中の豚や、家鴨の様なもので、何んでも消化すると云ふたが、蓋し適當の例である。併し日々製鋼して、都合のよい爲めには、又原料に制限がある。即ち含有磷分一%を過ぐるが如きものは、徒に製鋼時間を延長する、又硅素の多きに過ぐるものにも、同様の害がある上に、爐材を損するから、其量一%以内を好む。滿俺は鋼の性質を善くするものであるから、好むべき元素である。

現今世界に最も弘く採掘せらるゝ鐵礦石で造つた銑鐵は可なり、磷分を含有するものである。従て最も廉價なる原料は、鹽基性式に處して始めて製鋼し得べきものである。是れ今日鹽基性シーメンス、マルチン製鋼法が最も盛になる理由の一である。

第二節 平爐

製鋼爐の構造は、第四十三圖、第四十四圖及第四十五圖に示す通りである。其爐の大小を表すには、其操業一回に熔製し得べき原料の量を以てする。

現今用ゐるものは、最小三噸位のものより、大なるものに至りては七十五噸、或は特別の製鋼法を用ゐるものは、二百噸大のものがある。併し普通は十五噸より、六十噸のものを採用する。近時段々大なる噸數のものを用ゐる傾となつて、四十五噸、五十噸のものが最新式の工場には多くなつて來た。

併て斯く述べたる如き、鋼の量を熔融すべき爐床 a に何程の大きさや與ふるやと云ふに、先づ其面積は一噸に對して〇・五乃至一・一平方米を採る。爐の長さは三・五乃至十二米、同幅は三・五米以下である。爐の構造につきては、最初には製鋼法の種類、即ち酸性式、又は鹽基性式に應じて特別のものを採用した。併し爾來幾多の經驗を重ねたる末、近來は同一平爐に於て、場合に應じ或は酸性、或は鹽基性製鋼法を操業することを得る。従て唯場合に應じ、僅に其爐側壁、殊

に爐床底部の材料を異にするのみである。

爐頂又は側壁の上部は、共に硅石煉瓦を以て疊み上ぐ、而して底部は鐵板上、薄く硅石煉瓦を敷き詰める。其上に塗裡すべき材料は、酸性式に於てはガニスタ―砂、或は硅石粉と粘土との混合物を用ゐて、之を積み重ねる。又鹽基性式にありては完全に焙焼せる白雲石を細碎して、約五乃至八%のコールターを混和したものを、積み重ねるのである。酸性式に於ては、此等の材料を爐内に投入した上、強熱を加へて融合せしむるものである。又鹽基性爐にては、二、三寸の厚さづゝ、材料を爐底に散布して、今少しく暖めた、或は油を塗りた鐵槌で、之を爐底形狀に敲き固むるのである。

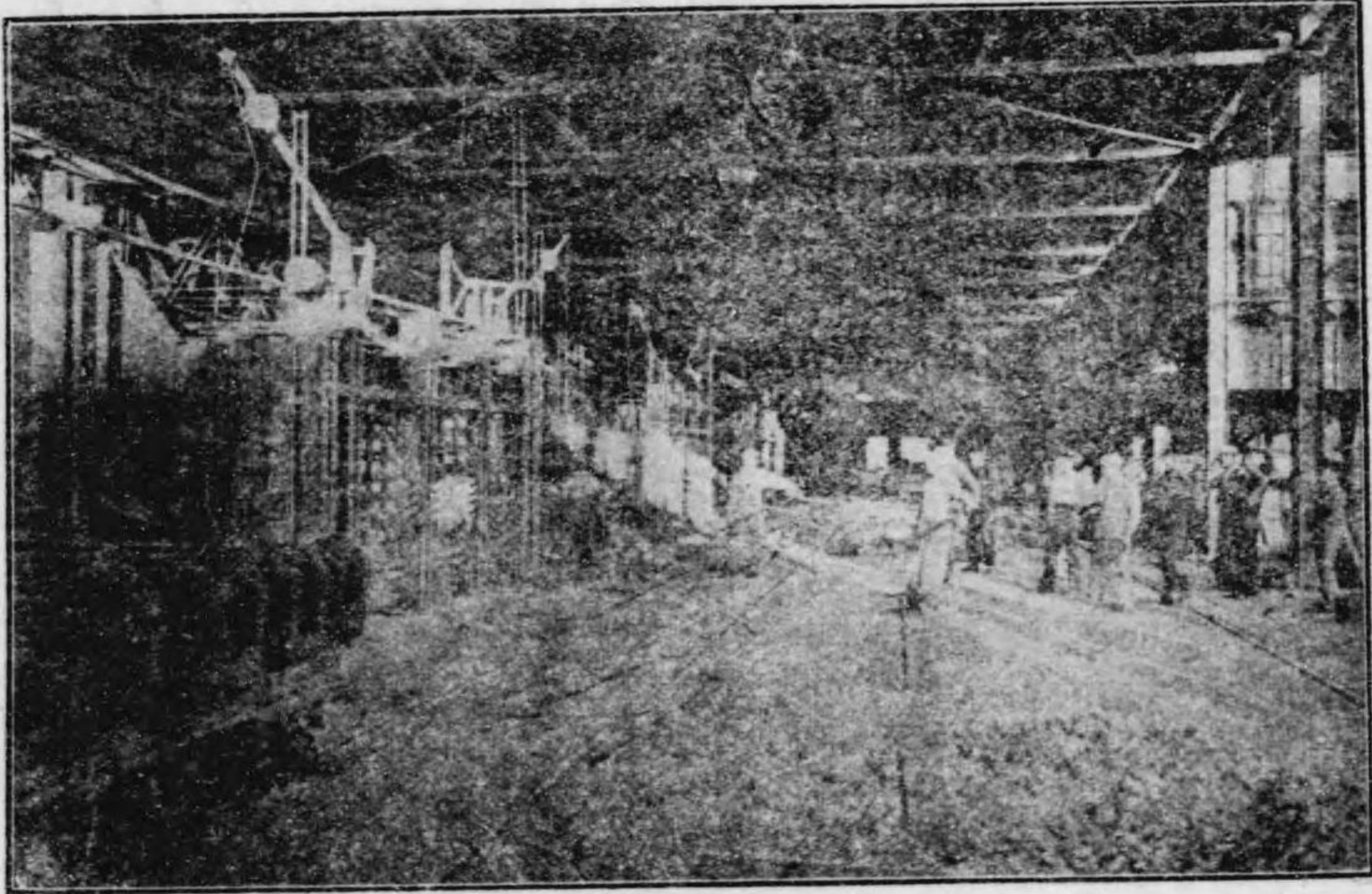
平爐に於て其構造に注意せねばならぬ所は、瓦斯と空氣とが、爐に出入する口である。第四十三圖及第四十四圖に於ては、瓦斯の入り口。は空氣の入口である。其構造が不可であると、爐内の熱が昇らず、又直に爐頂が焼け落ちることがある。要するに瓦斯が出来る丈、早く燃へて、而して其火焰の方向が、爐内金屬の表面に向ふ様に設計しなくてはならぬ。

爐の下方に位する蓄熱爐は、各々内部に上等なる耐火質煉瓦を積み重ねてあつて、瓦斯や空氣は、其の間を潜つて通る様になつて居る。其數は瓦斯用二つ、又空氣用二つあつて、圖中dは瓦斯用、eは空氣用蓄熱爐である。其の使用に際し、例令ば今左側のものが、豫熱用とすれば、右側のものは爐より出づる、火焰の餘熱で暖められて居るのである。一定の時間の後に、瓦斯と空氣との流れる方向を變換すれば、丁度左右蓄熱爐の役目が入れ換るのである。従て瓦斯變更瓣、又は空氣變更瓣と云ふものが附屬して居る。

此等瓦斯と空氣との通ずる流を起すのは、一つの平爐につき、一つの烟突高さ四十米のものがある。又操業法の都合によりては、爐が回轉する様になつて居るのを利用することがある。即ち蓄熱爐と全く分離して、爐が全體豎の平面内を上下に廻る様になる。此内ではウエルマン式と云ふのを最も好んで採用する。

第三節 製鋼操業法

第八幡製鐵所平爐 圖六十四第



築造せる爐を乾燥し後、徐々に之を白熱し置きて、製鋼原料を装入する。第四十六圖は八幡製鐵所平爐操業中の寫真である。此爐は其容量二十五噸にして、鹽基性式に屬する。鹽基性製鋼法を行ふ場合は、殊に生石灰を装入物に對して、六乃至十二%與へる。此等を装入するに當時は多く機械的装入法を用ゐるのである。装入せし後は、瓦斯を通じ十分爐内を強熱すれば、三、四時間の後に、原料は熔融することが出来る。其の熔融する間、又は其後に於て装入

物中に含有せらるゝ炭素分其他のものは、火焰又は鐵滓の酸化作用を享けて、段々減少して、遂に炭素等の少なき鋼を得ることの出来る次第である。此等酸化作用の進みし程度を知らんが爲め、時々一部の熔融金屬を汲み出し、試料とし試験する。其方法の要領は、炭素の多少を見て、鋼の硬軟を見るのであるが、施行法は種々に分れる。大體に云つて見ると、専ら装入した原料の含有磷分の多少に據りて、様々に區別する。

先づ酸性式の場合や、又鹽基性式でも原料に磷分の少ない場合、即ち本邦で普通行ふ様な製鋼操業法であると、爐内の製鋼順序が段々進んで、地金中に炭素分少なくなつた頃には、既に磷分も一層少なくなつた時であるから、何れも唯炭素の多少を見るのみでよい。即ち試料を單に一寸角位の方形鋸に鍛鍊し、或は方形に鑄込みたる試料、其まゝを採りて焼入し、打ち折り其破碎面の粒の大小、濃薄如何を見るのである。粒も粗く其色が薄青味を帯ぶれば、炭素が既に減少して軟鋼になつた證據である。

併し鹽基性式に於て、原料中磷分の量〇五%以上に達せるものを、操業する場

合であると、丁度トーマス法に述べた様に、多くは試料を厚さ十耗の圓板に鍛錬し之を焼入後、打ち折りて其面を精査する。磷分の尙残留する場合には粗粒にして青色を帯ぶるものを得るから、之を知ることが出来る。

其他試料を得る爲めに爐内より鎔融鋼を汲み出し、小鑄型に鑄込む時に湯の流れ方や、又は湯より出づる火花の色、其多少等にて検査する。而して尙爐中の金屬の享けたる、製鋼程度が不十分であることを知つた時には、鑛石、其上鹽基性式であると石灰を加へて、操業を繼續する。如何なる鋼を得る場合にも、普通其酸化の程度は、極端迄進むのである。換言すれば、鎔融鋼中の炭素量少くなつて、極軟鋼を得るに至る迄操業する。併し同時に鋼中には、多少の酸化鐵が出来て、鋼の質を害する。従て之を除く爲めに、滿俺鐵を加へる、而して軟鋼を得ることになる。

式ダービー

硬鋼を造る場合には、炭素を多く與へねばならぬ故に、鏡鐵又はダービー式とて、骸炭末を爐内又は取り鍋内にて加ふるのである。但し鹽基性式であると、其與炭方法に於て、嚴重なる注意を要する。其は一度除去されて鐵滓中に包

含せられた磷分は、再び鋼中に逆入する爲め、到底好良なる鋼を得ることは出来なからである。此等の作業方法は、總て前に述べたベセマー法に等しいことである。併しトーマス製鋼法の鐵滓よりか、其害の度著しく尠ない。要するに鹽基性式製鋼法にては、良質の硬鋼を得ること、不可能であると云ふことは常に一致する。

鋼
武器用硬

甲鐵板又は大砲用材として、良質の硬鋼を得るは、勿論酸性式を用ゐねばならぬが、鋼中にニッケルや、クロミウムを與ふる爲めには、金屬ニッケル、又はクロム鐵を爐内に入れる。此等の内にてニッケルは、操業の始め裝入することがあり、或はクロム鐵と同時に與ふることもある。クロム鐵を加ふる時期は鋼を仕上げ、滿俺鐵を裝入せし後である。

仕上げたる鎔融鋼は、爐内より抽出せしめて、取り鍋中に入れる。而して扛重機などにて、持ち運びて鑄型に注ぎ込みて、鋼鑄塊を得るのである。

總じて平爐操業中裝入せし地金につき、其の得べき鑄鋼塊の割合は、裝入物の九十二乃至九十五%に當り、又所要の燃料は操業方法、又は爐の大小に依り變

するものであるが出来上り鋼一〇に對して、石炭は〇三乃至〇五の割合である。而して所要時間は最初より五時間乃至十二時間位である。

平爐で出来た熔融せる鋼を先づ鑄塊に作り壓延機、或は鐵鎚又は水壓機などにて、目的通りの形に仕上げ、諸種の用途に供するのである。

サニター
法

操業法の特殊なるものにサニター法と云ふものがある。装入原料中硫黄の多量なるものを用ゐたる場合に用ゐる方法である。原料に對し約二%に當るべき、鹽化石灰を操業中適宜に加入する。一例に依れば、此法を用ゐて原料中に硫黄分〇〇三八%ありしものが、〇〇一九%に減じた。

製鋼を行ふ地方の情況に據りては、装入原料中殊に銑鐵を多量に用ゐなければならぬ場合が多い。前に一度述べた様に、其の爲めに製鋼操業に要すべき時間は徒に長くなり、從て爐の生産力が減少する。此等の場合に迅速に操業し、爐の工程を増さんが爲めに種々なる新工夫が現れた、即ちタルポット連続製鋼法、又はベルトラント、チール製鋼法等其の主要なるものである。此等は方今益々發達するの見込がある。此等の方法につき、詳細に説明することを

タルポット
連続製鋼
法

許さぬから、茲には唯其要領のみを述ぶる。

タルポット連続製鋼法は、其操業中に多量の鋼を造つて、之を強熱して置く、是は普通の製鋼法の屑鐵に相當すべきものである。而して此上に熔融状態の銑鐵を装入し、一舉に除炭法を遂ぐる目的である。此方法を行ふには、比較的大なる平爐例令は二百噸大のものを設け、是で普通の方法の通りに製鋼する、而して其内から僅に全容量の三分の一、即ち六十噸許りの熔融鋼を抽出する。今爐内に残留せる三分の二容量の鋼の上に、新に六十噸丈の熔融銑鐵を装入すれば、爰に劇烈なる反應生じて、比較的迅速に製鋼を終へることが出来る。

ベルトラント
チール製
鋼法

ベルトラント、チール製鋼法は、原料を最初に低温度にて準備的に仕事して、尙進んで之に反應すべきものとしては、古き酸化力の微弱なる鐵滓に代ゆるに、強力なる酸化劑を以てするのである。此方法を遂ぐには二箇以上の平爐を用ゐる。一つの爐にて、比較的低温で操業して、先づ地金中の硅素、滿俺等を除去する。別に他の爐にては、少量の屑鐵や、鐵礫石を豫め強白熱にして置く。今此の上に、前の爐にて半ば精製した地金を加へると、其物は強力なる酸化劑

の反應を蒙りて、速に製鋼を遂ぐる事が出来る。

第四節 シーメンス、マルチン製鋼法の特徴

シーメンス、マルチン鋼一名平爐鋼を明に知るには、其製鋼法は他の方法に比して、如何なる位置を占めて、如何なる場合に適用せらるゝものなりや、而して其鋼は如何なる性質を有するものなりやを説かねばならぬ。茲には便宜上重にベセマー製鋼法と對照して論じ、此問題を解決する。

元來シーメンス、マルチン鋼は、方今世界に於て最も弘く用ゐらるゝものである。武器材料は勿論、あらゆる建築用として、船艦、橋梁、家屋等より機械類の材料に至る迄、多くは之を用ゐて居る。

現今各種の鋼材を供給する重なる製鋼法は、坩堝製鋼法、ベセマー製鋼法、及びシーメンス、マルチン製鋼法である。其内で坩堝鋼は、其の製造する額も尠ないし、其價も高く、最も貴重なるものとして用ゐられて居る。従て一般建築材としては用ゐられない。ベセマー製鋼法、及びシーメンス、マルチン法が、今日一

シーメンス、マルチン製鋼法の特徴

ベセマー製鋼法とシーメンス、マルチン製鋼法の比較
製鋼原料

般の鋼材を供給する製鋼方法である。

一 ベセマー製鋼法とシーメンス、マルチン製鋼法との比較

製鋼原料 につき述べんに、ベセマー法に處すべきものには、制限がある。どんな物でも爐に入れると云ふことは出来ない。是は製鋼する仕事の上から來るので、前に述べた様に、酸性ベセマー法であると、是非硅素の一定の量がなくつてはならないし、磷は一定量以上に上つてはならぬ。而して鹽基性式になると硅素は少なく、之に反して磷分の多量を含む必要がある。即ちベセマー法にかけて鋼材を造らんとする時には、今供用銑鐵中、磷の含有量のみを見ても、酸性式には大約〇・一%以下であり、又鹽基性式に對しては一・八%以上を有すべきものである。然るに方今銑鐵を製造する原料なる鐵鑛石は、如何と云ふに、世界に擴布せらるゝものゝ多數は、何れも磷を可なりに含んで居るものである。之から造つた銑鐵は、恰も磷の含有量が、右の制限の中間に位するものである。従て此等を原料として鋼を造る場合には、到底ベセマー法では、其目的を達することが出来ない。是非シーメンス、マルチン法に頼らねばならぬ。

又市場には古屑の鐵材があり、是は一度び熔融すると、可なり適當な鋼材とすることが出来るものである。國々により其買取の難易の差もあり、從て原價に高低の差があるが、製鋼工場自身でも色々鋼の屑物が出るものである。此等を熔さんとする場合に、ベセマー法でも少しは出来るが、其の熔し得る量に制限がある。是は元々他より燃料を與へないと云ふ、操業法から由來する不便である。併し平爐製鋼爐には殆んど無制限に之を加ふることが出来る。製鋼費用 先づ原料の價は地方的關係で變するから、一樣には云ふことが出来ない。併し装入すべき銑鐵の選擇が自由であるし、又屑鐵を利用出来るから、一般に平爐原料が廉である。我國の場合は殊にそうである。

他の製鋼費用につきて見ると、シーメンス、マルチン法が先づ高價と云はねばならぬ。燃料につきてはベセマー法には、高壓の送風をなす爲めに、鋼一噸に對し約二百疚乃至二百五十疚の石炭を要するけれど、シーメンス、マルチン法になると燃料たる瓦斯原料として三百疚乃至五百疚の石炭を要することになる。

製鋼費用

又同一なる生産額を出すに於ても、ベセマー法になると一回の製産力は尠ないものであつて、時間を距て間斷なく出来ることになる。然るにシーメンス、マルチン法は同じ量の鋼を造るに、爐の數も多く一時に澤山づゝの鋼が出ることになる。從て總ての装置即ち取り鍋やら、鑄塊の鑄造等も、大仕掛で手數を要する。又工場の大さもシーメンス、マルチン法であると、大きく土地も多く費さねばならぬ上に、工場一切の建築費も多くかゝることになる。

其他爐用耐火材料につきて略ぼ兩者に於て變らない、又一工程に造り得る割合は、ベセマー法は原料中の八十三%乃至八十八%であるが、シーメンス、マルチン法は九十%以上の鋼を得ることが出来る。

最も此等の比較に於て兩者共に酸性式と鹽基性式との二つありて、各別々に云はないと判然しない。併し其大要を述べると、原料につきてはシーメンス、マルチン法が低廉であり。其他のものにつきては、ベセマー法が安い。又先づ我國の有様にて云ふと、總體の費用につき兩者略ぼ相伯仲し、場合に據り些少の差があるのみである。

製造せし鋼の性質 につき論せんに、シーメンス、マルチン法になると、随時に一部の試料を汲み出して試験し、比較的精密に含有炭素、其他の成分を確定することが出来る。然るにベセマー法にては、僅々二、三十分の仕事であるから、到底精密なることは望まれない。

其上にベセマー法にては、強壓の送風を與ふる。従て其鋼は空氣中の窒素又は水蒸氣の分解に由り生ぜし、水素等を含むこと夥しい。然るにシーメンス、マルチン法にては、燃焼せる瓦斯は、唯鋼の表面を洗ひ清めるのみで、其害を與ふること尠ない故、一般に云ふと其の得た鋼は、確實なるものと云はねばならぬ。此の理由から軌條用材料として、ベセマー鋼は適々脆性を呈し、破損し危険を醸す上に、其磨滅が甚しいことがある。是れ近年米國に於ては、此の用途に對しベセマー鋼に代ふるに、シーメンス、マルチン鋼を用ふる理由である。

二 酸性製鋼法と鹽基性製鋼法との比較

シーメンス、マルチン製鋼法中の酸性式と、鹽基性式とを重に比較するのである。同じ様なことが、又ベセマー法に對しても云ひ得ることになる。

原料 酸性製鋼法に處すべき原料は、最も精良なるものを選ばなければならぬ。就中其鋼を武器類に用ふるものになると、殆んど坩堝鋼の地金と、同一様のものを用ふるのである。先づ銑鐵にしても、又古屑鐵としても、普通の品質のものは銅、硫黄、殊に燐分等が多いから、之を避けなければならぬ。従て原料の價值、頗る高くなる。鹽基性式に於ては、鐵材なれば、あらゆるものを原料とすることが出来て、従て低廉である。

爐壁耐火材料につきては、酸性質のものが價廉である。併し製鋼操作方法の際には、酸性式の方は徐々に丁寧に施行するし、従て時間も長くかゝり、燃料をも澤山費すのである。之を要するに全體の製造費用額は、鹽基性式の方遙に低廉なりと云はねばならぬ。

製造せし鋼の性質 酸性シーメンス、マルチン鋼と、鹽基性シーメンス、マルチン鋼とが、共に殆んど同一の化學的成分を有しながら、兩者に於て其性質に相違のあることがある。是は鹽基性鋼になると、窒素等の如き普通分析しない、従て其存在を知つて居らぬ有害物を、多く含有し居るからであると説明する。

元來鹽基性式にては、磷等の不純物多き原料より、精良なる鋼を得ると云ふことである。併し其鋼が始めから此等の不純物を有しない原料を使用した、酸性鋼の確實に純良なるに及ばないのは明である。製鋼中に鋼より炭素を殆んど完全に燃焼驅逐し得るは、鹽基性式に限るのである。従て極軟鋼を得ることに適する。

然るに他方より見ると、製鋼操業中には爐内に於て、一度び原料の有する炭素を減却して置いて、最後に其所要の鋼に應じて、再び原料中に炭素を入れるのである。前に度々論じたことであるが、斯く硬鋼を得る爲め最後に原料中に加へた炭素等は、熔融鋼に伴ふ鐵滓に反應する。而して曩に原料中より酸化除去せられ、一度び鐵滓中に逃れ去つた磷分を、再び鋼中に戻すことになる。其の爲めに不良なる硬鋼を得るのである。従て鹽基性製鋼法にて、仕上し鋼にて〇・〇四%以下の磷分を有するものを得るは、困難なる次第である。以上再三述べた様な理由から、軟鋼は鹽基性式にて造るけれど、硬鋼の場合は、酸性式を用ふるのである。況んや硬鋼は大概ね、焼入作業を施して使用する

鋼の性質
との關係

ス、イ、メ、
ン、マル
ン、の
用途

爲め、益々良好なる地金なるを要する、是非酸性式に依頼せねばならぬ次第である。

其他酸性式であると、鋼に硅素を加へ、又は其鋼の硬軟を加減することが自由であるから、鋼鑄物を造る場合に、好んで之を利用する。併し今日は鹽基性式でも、同じ目的に之を供する様になつて居る。

斯く陳述する如く、出來上つた鋼の品質から論ずれば、酸性式シーメンス、マルチン鋼最も好良なるものである。従て最も貴重なる所に用ゐられて居る、即ち大砲々身、甲鐵板、又は巨大なる回轉軸の材料などである。又汽罐板、艦船板には、是非之を用ゐる様に定めた場合もある。次に鹽基性シーメンス、マルチン鋼は各種の建築材、鐵類、鍛鍊用材を供給する。又小條鋼乃至は近來軌條鋼などにも使用せらるゝに至つた。畢竟するに此方法に處して仕上ぐべき原料、最も弘く且つ低廉に得ることが出来るものであり。其製品の品質も各種の目的に供用し得る所から、鹽基性シーメンス、マルチン製鋼法は最も弘く現今又は將來に於て、用ゐらるべき運命を持つて居る。

第四章 電氣鋼製造法

電氣製鋼法

熔融状態に於て鋼を得る方法に新しく一つの方法が出来た。是は電熱を利用して鋼を熔すと云ふ要領である。極めて新しく試みられたるものであるが、或る種の場合には最も適當なる方法として、目下益々擴布せらるゝ傾がある。

元來電氣を應用して製鐵をなさんには、色々の方法がある。即ち先づ製鐵原料に電流を通じて其の力で、電解的に鐵を得るのも一つの方法である。併し是は殆んど工業的に用ゐられない、今日用ゐらるゝ總ての方法は、電熱を應用して、製鐵原料を高温度に處するのである。即ち之を燃料の代りに用ゐるのである。

其内にも種々あるので、鐵鑛石に木炭等の還元劑を加入する、其が十分作用の起り得る迄、電流を通じて高温度に熱し、而して銑鐵又は直接に可鍛鐵を得る方法がある。併し是は特殊の地方で、普通の燃料は比較的高價で、反對に電力

電爐の種

の低廉なる場合にのみ僅に起り得る望がある。今日は尙其試験時代に過ぎない、米國カリホルニア、加奈陀又は那威等にて試験された。

今日最も盛であり、且つ將來に望を囑すべきものは、本題の製鋼法である。是は前記の通り、電流で熱を起し、原料なる鐵材を熔融して、鋼を得る方法である。其の使用する爐の形狀、殊に電流の出入する電極、其他の工合により、種々に區別せらるゝのである。即ち

- 一、電弧電爐として、スタサノ式などがある。電流は爐内の炭素電極を通じて、弧狀燈を生じ、其の放射熱で爐を熱するのであるが、比較的、不經濟である。
- 二、誘導電爐はチェリン式、又は之を改良したるレヒリング、ローデンハウゼル式である。恰も變壓器と同一の働にて、高壓の電流を銅線卷に送る。而して他方には低壓にして、而して高度の電流を有するものを、其周圍の環狀爐内の製鋼原料に起さしむる。之を改良したるものは、周圍の環狀爐が一周圍、即ち一卷なるものを二又三卷にする装置を與へたものである。總て此等の電氣爐にては、即ち電極を省略し得る仕掛である。

エルー式製鋼爐

三、抵抗電爐 電流を鋼中に通じて、之を熱するのである。彼エルー式、ジョー式は稍此方式と、電弧式とを兼用したものである。エルー式は、広く用ゐられて居るのである。恰も平爐に似た様な形を有して居るが、中に製鋼原料を入れ、上の爐頂壁を通じて、二本の炭素極が爐内に突入する。是は上下に加減し得る様になつて居る。五十ボルトより百ボルト迄の電壓の下に、電流は一本の電極を通じて、爐内に入り、熔融金屬の上に浮ぶ鐵滓と、電極との間に電弧を作りて、金屬中に入り、之を熱し、再び他電極を経て外に出づるのである。

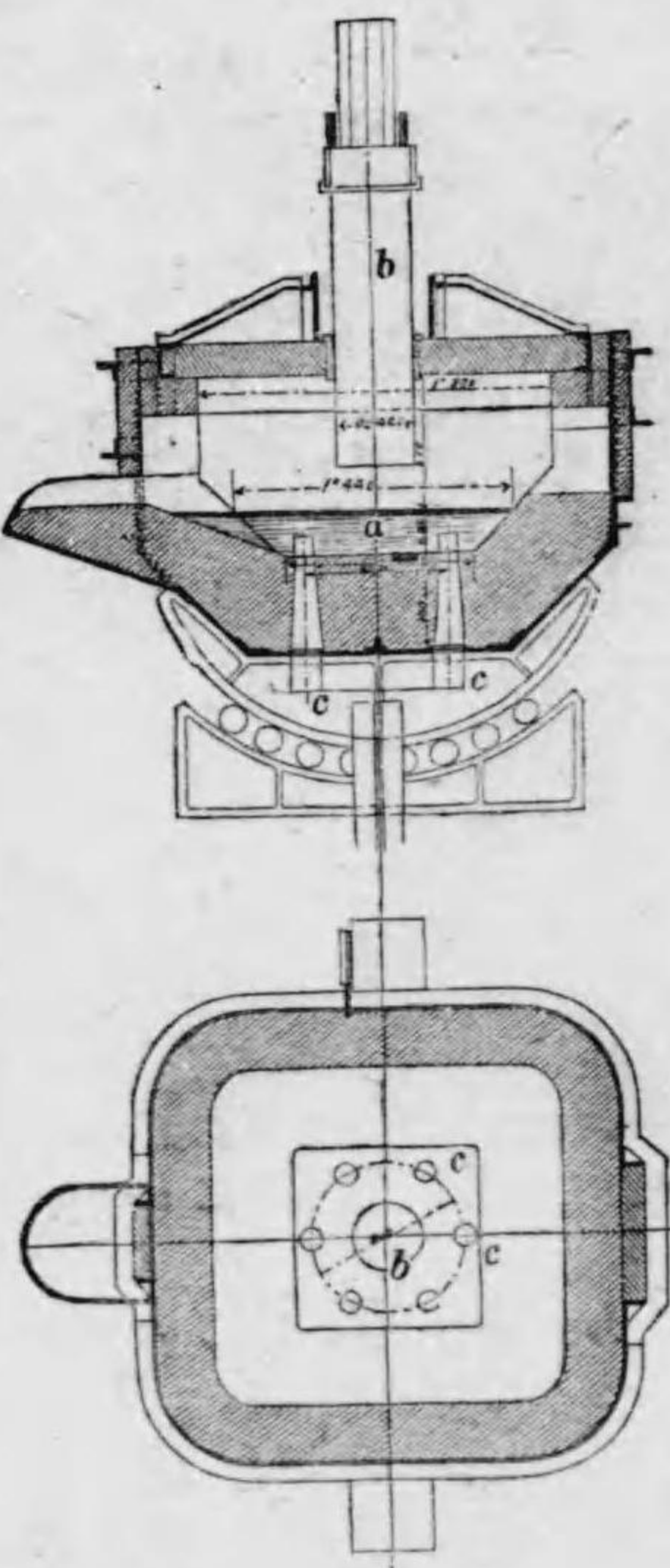
ジョー式製鋼爐

ジョー式は最も改良されたもので、將來に最も有望な方式である。其の全體は、前記エルー式と同じ様な方法である。第四十七圖又第四十八圖に示す通り、唯一つの炭素電極が、上より垂下して居るのみである。他の電極は鋼の棒で、其數六つ又は八つもありて、爐の下部より爐底を通じて、爐床aに出で居る。詰り前のエルー式に比すると、一つの炭素極を省略し得ることと、而して熱の分配が一様であると云ふ利益がある。

電氣製鋼操業法

ロー式製鋼電氣爐

第四十七圖側断面圖



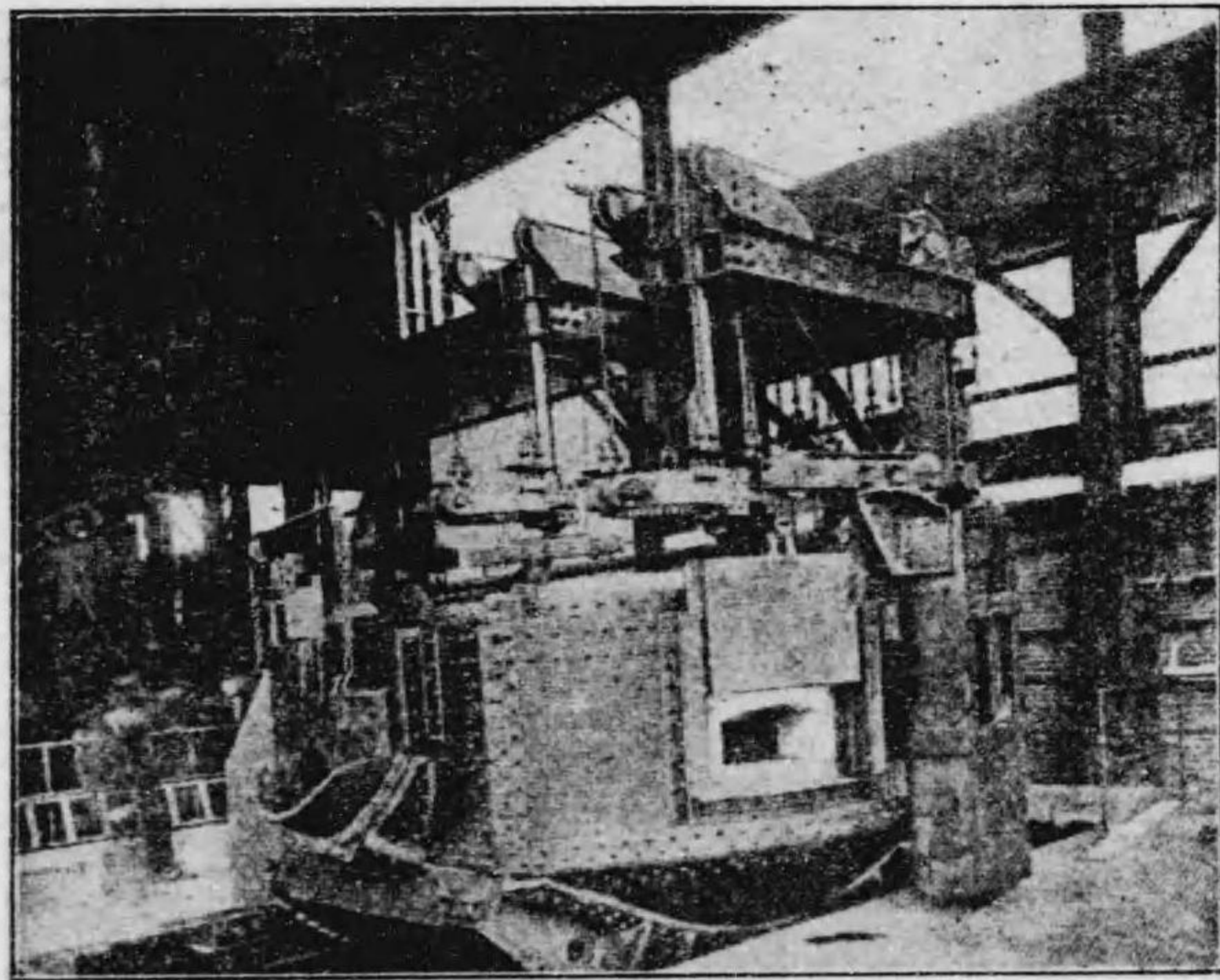
第四十八圖平面圖

操業法は普通の坩堝法と同じ様に、原料を熔融するに留る方法もある。是はチエリン爐に適當なるものである。或はシーメン

ス、マルチン法の如く、爐内に酸化劑を與へて、多少原料を精鍊する仕事のやり方もある。是はエルー式、ジョー式の爐が適する。製した鋼を爐より出すのは、全く他の方法と同一である。鋼一噸を製するに、大なる爐を用ふると、其需要電力は五百キロ、ワット時ですむし、又小仕掛なれば九百キロ、ワット時かゝる。

現今世界中に製鋼電気爐の數は、百に近く、又最大なる爐は、米國サウス、チカゴのサウス、ウオークスにある、十五噸大のエルー式のものである。第四十九圖

第九十四圖



米國サウス、チカゴに於ける五十噸エルー式電気爐

は之を示す寫真である。電気爐の製産品なる電気鋼の其性質の善悪は、製鋼原料の良否如何に關すること勿論である。電気爐で操業すると殊更に硫黄が除去せらるゝこと多くつて、好良なる性質の鋼を得ることが出来ると云ふことである。而して其製鋼法の操業中にも、恰も坩堝法と同じ様に、酸化作用を有する火焰等の働を蒙らず、略ぼ密閉せられた爐

電気製鋼法の特色

内にて製鋼し得る次第である。従て原料を選択すること宜しきを得れば、最良の坩堝鋼に比すべき性質を有するものも出来る。元來電気製鋼法は、前記した様に電力を燃料の代りに用ゐて、熱を供給するものであるから、其費用の如何は全く電力の原價と、燃料の原價との相違に依り重に決定する。今日多くの場合に、石炭を以て瓦斯を造り、之を燃料として製鋼法を行ふ場合よりは高價であるが、坩堝製鋼法に於けるが如き、骸炭を用ゐて、熔融法を行ふものに比すれば、寧ろ低廉なるものがある。況んや今日段々と、水力、瓦斯力等の應用により、電力の供給容易になり、其原價も下つて來た次第であるから、従て段々と電気製鋼法が擴布せられて來た。今日此方法の占むる位置は、坩堝鋼とシーメンズ、マルチン鋼の中間に位する品位の鋼を造つたり、又他の方法で造つた鋼を、此爐で暫時仕上げて純良なるものにす、即ち仕上用の方法に用ゐらるゝ點である。今日既に世界中にて十萬噸餘の電気鋼を造つて居る。

第五章 鋼材産出額の統計と鋼材の化學成分

世界四大製鐵國が如何なる割合に如何なる種類の鋼を製するかを見るに左の通りである。(單位は佛噸とす)
 明治四十四年の統計

鋼の種類	米 國 獨逸 國 英 國 佛 國			
	米	獨逸	英	佛
ベセマー鋼 (酸性式)	七九四七、八四九	一八七、三九五	八八七、七五七	七五、一五八
合 計	七、九四七、八四九	八、六四〇、一六四	五、七三三、三七三	二、三九九、三五二
シューメンズ、 マルチン鋼 (鹽基性式)	九二、七八	八八七、五三三	一、四六一、二四〇	二、四六四、五二〇
合 計	一四六、八五、九三二	三、八三、八九五	三、三三二、二八	一、一八五、三四五
坩 埚 鋼	九七、六五	六、七六〇	一、〇三、七〇九	三〇、七五八
電 氣 鋼	三、九四九	六、六五四	一、〇三、七〇九	一、三八五〇

次に農商務省八幡製鐵所に於ては、自家製造銑鐵及び鋼屑又は買入材料を用ゐて製鋼を遂ぐるものなるが如何なる割合に如何なる種類の鋼を造るかを知らんが爲め、左の表を擧げる。

鋼の種類	明治四十一年度	明治四十二年度	明治四十三年度
ベセマー鋼 (酸性式)	三六、一九四	三八、〇二五	八二、一六二
シューメンズ、 マルチン鋼 (鹽基性式)	九五、三三三	一一九、四三〇	一二六、九九七
坩 埚 鋼	一四	一三八	一四七
合 計	一三二、五三一	一五七、五八四	二〇八、三〇六

又世界に於ける鋼材の總産額を國別にすれば、左の通りである。

世界に於ける鋼産出額

國 別	大 正 元 年	大 正 二 年	大 正 三 年
北米合衆國	三二、七五一、三四	三一、八二二、五五五	二二、五一一、〇三〇
獨 逸	一七、三〇一、九九八	一八、九五八、八一九	一四、九七三、一〇六
英 吉 利	六、七九六、一四四	七、六六三、八七六	七、八三五、一三三
露 西 亞	四、四九八、一九三	四、八二七、二四〇	—

佛 蘭 西	四〇七八三三二	四四一九二四二		
埃 太 利、匈 牙 利	二七八五、一〇五	二六八二、六一九		二、七八五、一〇五
白 耳 義	二、五二五、〇四〇			
加 奈 陀	八五三、〇三一	一、一六八、九九三		
伊 太 利	八〇一、九〇七	八四六、〇八五		
瑞 典	五〇八、三〇〇	五九〇、八八七		五〇〇、六〇〇
西 班 牙	三二七、八八〇	三六五、一一八		
日 本	二二九、八三五	二二〇、五二三		二四五、七九七

軟鋼及硬鋼の成分實例

以上四章に分ちて論じた鋼材にて普通使用するものは、如何なる化學的成分を有するかを示さんが爲めに左の實例を擧げる。

鋼材の化學成分

品 別	炭 素	滿 俺	硅 素	磷	硫 黃	摘 要
電信用及電氣用針金	〇・〇六	〇・一五	—	〇・〇四	〇・〇四	
垣根用針金及薄板	〇・一〇	〇・五	—	〇・〇六	〇・〇六	
建築構造用軟鋼 (軟かきもの)	〇・〇八乃至 〇・一二	〇・六迄	〇・〇四迄	〇・〇七迄	〇・〇七迄	
同 (硬きもの)	〇・一八	〇・八	同	同	同	
汽 罐 用 鋼 板	〇・二三	〇・六一	〇・〇二	〇・〇四	〇・〇六	
軌 條 鋼	〇・二四	一・五五	〇・二七	〇・〇九	〇・〇五	
同	〇・四六	〇・四五	〇・一〇	〇・〇八	〇・〇六	
樽 鋼 (鍵 印)	〇・八二	〇・四九	〇・二七	〇・〇二六	〇・〇三二	
鐵 道 用 外 輪	〇・五七	〇・四一	〇・一一	〇・〇八	—	
大砲々身(クルップ)	〇・六〇	〇・二八	〇・一九	痕 跡	痕 跡	
工具鋼(軟かきもの)	〇・八八	〇・一四	〇・二二	〇・〇二	—	
鐵 道 用 發 條	〇・九四	〇・五六	〇・二三	〇・〇六五	〇・一二五	

工具鋼(硬きもの)	一・二三	〇・〇五	〇・〇五	〇・〇七	—	—
テーパー氏高速度 工具鋼(千九百六年)	〇・六七	〇・一一	〇・〇四三	一・八九一	五・四七	〇・二九

第六章 鋼鑄塊製造法

前章に述べたる諸方法で造つた、溶融状態の鋼は、之を鑄型に注ぎ込みて、色々な形状を與へて居る。

先づ鋼鑄物と稱して鑄型に注で、直に目的の形を得るものもある。其の出来たものを、僅に鑿、鑿等で削つて仕上げるものである。是は普通の銑鐵を以て、鑄物を造ると同一方法を採る。今茲には立入つて談さない。

他の方法として溶融せる地金を以て、先づ鋼鑄塊(スチール、インゴット)とて、簡単な柱形の塊を造る。此章では重に此の事を述ぶるのである。

第一節 取り鍋、鋼鑄塊型、及鑄造法

鋼用取り

製鋼爐より抽出せる溶融鋼は、一先づ之を取り鍋に移す。其取り鍋は、普通の銑鐵用のものと略ぼ同じである。即ち其外部を軟鋼板にて包み、其内側を耐火煉瓦で塗裡してある。唯製鋼用として、特別に装置せるは、湯出口が鍋の底に附いて居て、耐火煉瓦の栓を供へてあることである。是は栓を上下に動かして、溶融鋼を出す加減を採り易いのと、又流れる鋼の向を垂直になし得るのと、最後に鋼のみを鑄型に注ぎ込みて、其上に浮泛する鐵滓の混入を、絶體に拒むことが出来るからである。取り鍋は多く製鋼工場に於て、釣垂せる電気架空移動式扛重機で運ばれ、任意の場所に持て行かれることが出来る。

鋼鑄塊用の鑄型は、上等なる銑鐵を用ひて造つてある。而して百回位鑄造用に供することが出来る。

鋼鑄塊型

鑄型の大小、形ちは、勿論其目的とする鋼鑄塊に據つて加減せねばならぬ。其鑄塊の小なるものは、其重さ増焔鋼の五十斤より、大はシーメンズ、マルチン鋼で、大なる回轉軸や、甲鐵板を造るものになると、百噸近くのものもある。併し一般の鋼材を造るべき鑄塊の重さは、大概ね五百斤から二三噸位迄である。

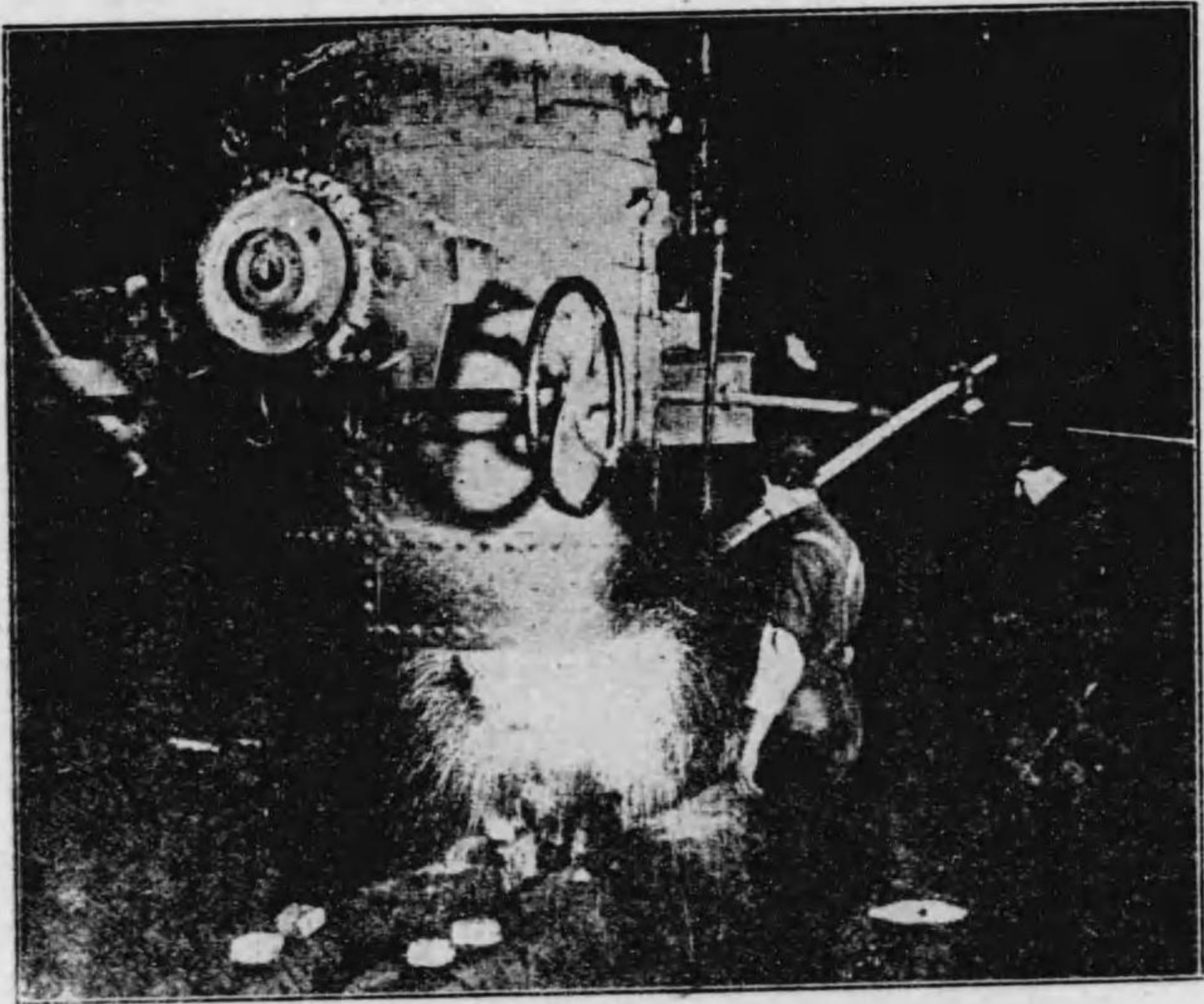
鑄塊の形ちは、其を如何なる目的に用ふるものか、又は之を如何なる方法で仕事するものかに據りて變ずる、普通の壓延機で延ばすものであると、其小口を四角形にする。其内でも例令ば諸種の建築用材、軌條鋼等になると、略ぼ正方形にする。併し鈹類を造るものになると、長方形にする。



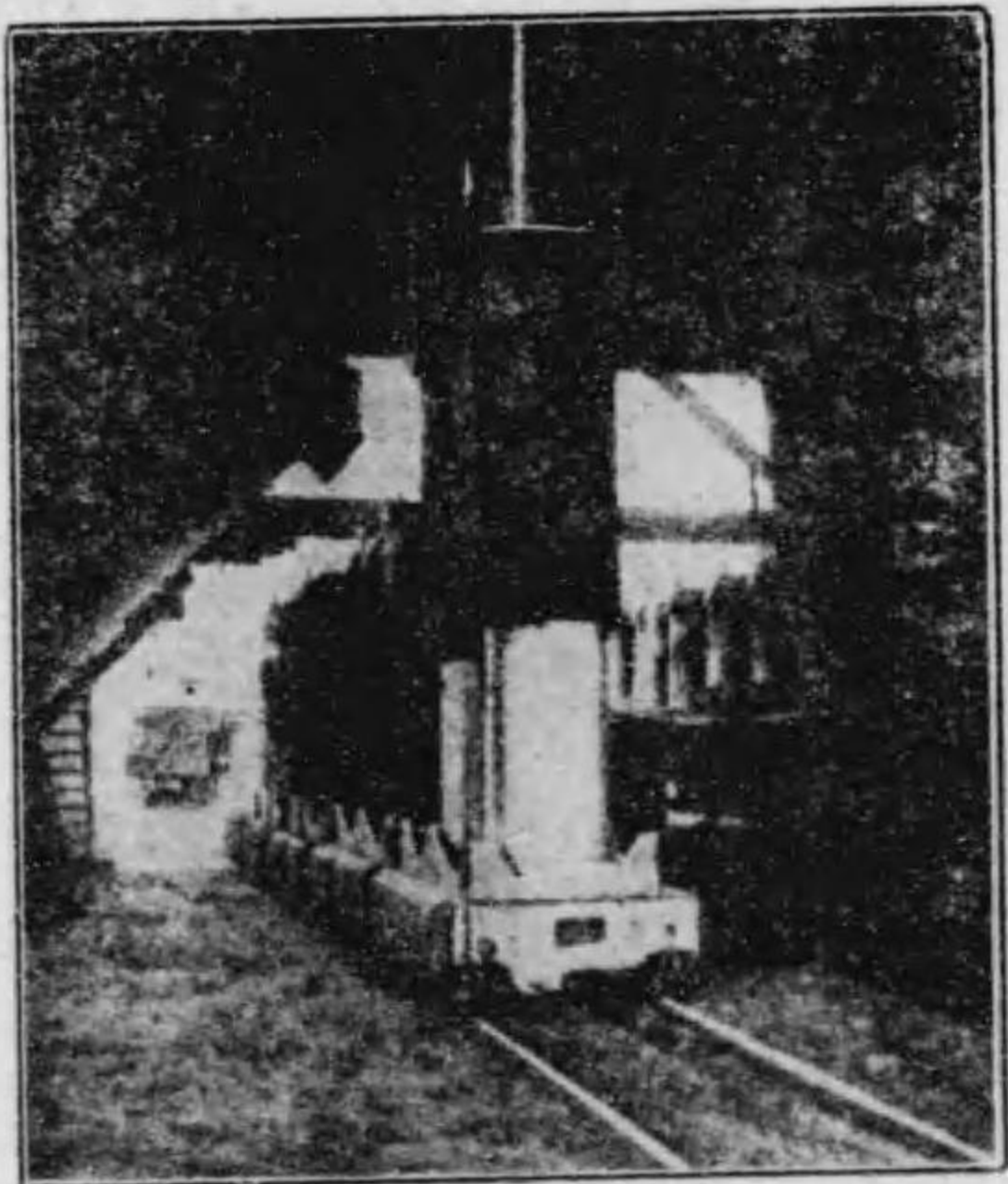
然るに之を水壓機又は蒸氣鎚にて打ち延すもので大物になると、第五十圖の如く多く六角形にする。而して總じて鑄塊の長さは、太さの二倍乃至三倍にしてある。

鑄塊の鑄造に際しては、第五十一圖に示す如く鑄型を澤山列べて置いて、取り鍋を此上に運び、鍋底の栓を上げ、鎔融せる鋼を注ぐのみであるが、普通型の中に鋼を入れる方法に二つある。一つは單に型を列べて、其上に取り鍋を置き、上より鋼を注ぐのと。他には多數の型に、一度に鋼を注ぐのであるが、其中央に漏斗があり、鋼は先づ漏斗に入り、其より小通路を経て、型の底部の穴に進入し、型を登りて充滿するので、要するに鑄型の底より鋼を入れる方法である。

第五十五圖 鋼鑄塊鑄造の圖



て、單に其の外にある鑄型を持ち上げることもある。或は第五十二圖に示す



第五十二圖 鋼鑄塊抽出機

此二者の利害につきては、何れ論ずる所がある。

鑄造したる鋼鑄塊を、鑄型より抜き取る爲め、上より扛重機に

如く、抽出機にて鑄塊を押へ付けながら、其鑄型を持ち上げて抜き取ることもある。而して斯くして裸になつた鑄塊を熱し、進んで之に造形作業を加ふるのである。

第二節 鋼鑄塊の性質

鋼鑄塊は之を壓延機にかけて、條鋼又は板類に仕上ぐるものであるが、此原料たる鋼鑄塊の善悪は、直に最終の製品の良否に關係を持つもので、甚だ大切な次第である。

鋼鑄塊を不良にする種々の原因がある。先づ述べべきは、鋼鑄塊内部に於て空虚孔のあることである。此局部は後に之を壓延して、形を小にする時に、空虚孔の兩壁が相壓せられ互に密著して、外觀では一寸識別することが出来ない位の程度になるが、到底十分なる鍛接融合を望むことは出来ないものである。其鋼材を腐蝕試験する等の方法で之を明にすることが出来る。尙詳しくは鋼を検査する章に論ずる。畢竟此等の局部は鋼材を使用するに際して、薄弱

鋼鑄塊の性質

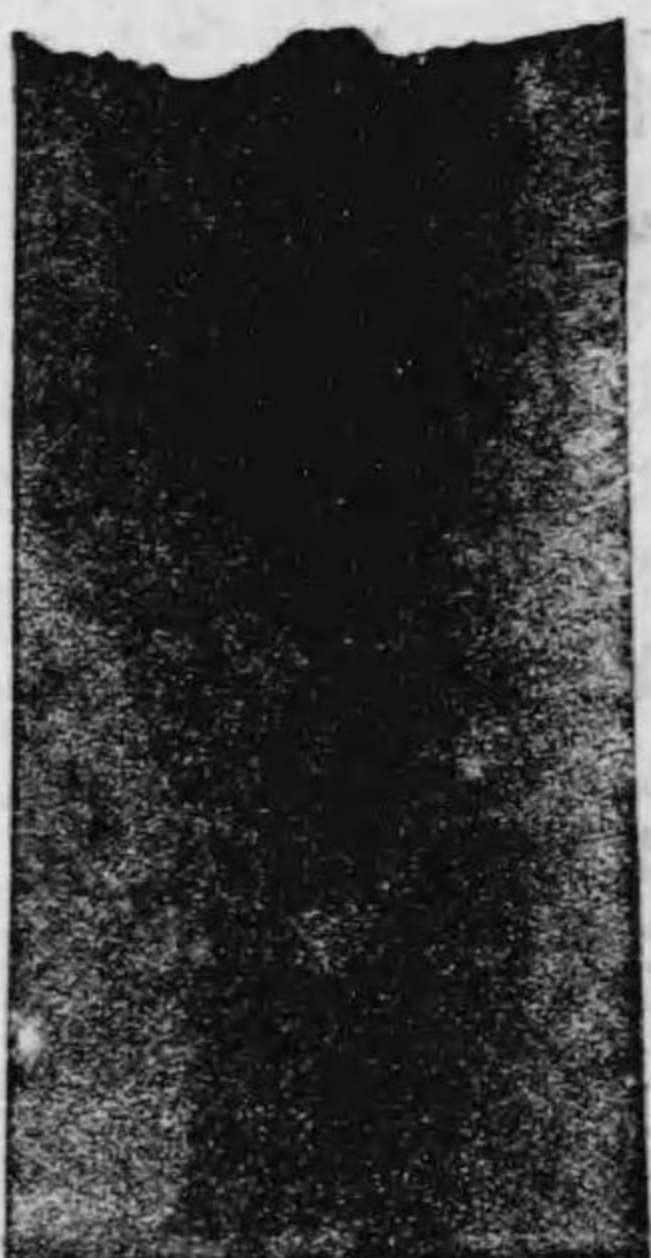
鋼鑄塊中の收縮管

部分を構成して、破損等を招く基となる。其空虚孔に二つの區別がある。

一、收縮管

鑄融せる鋼は、一度鑄型に入りて凝結し固體に變ずると、其容積は著しく縮少

圖三十五第

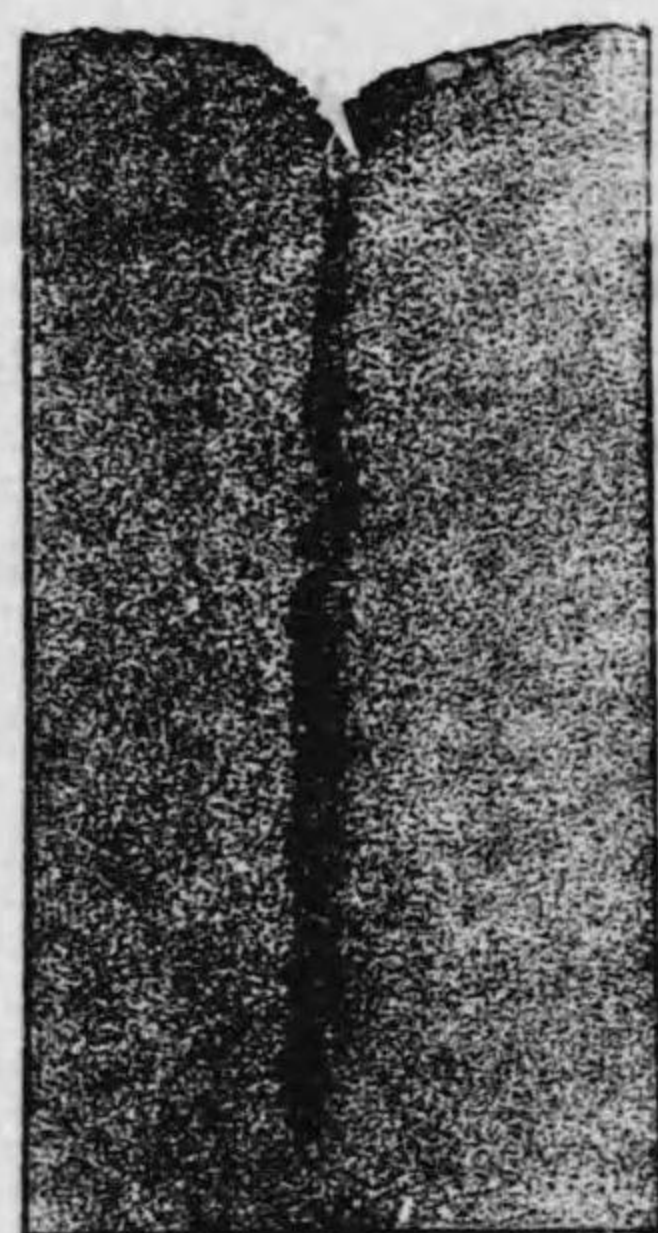


管縮收の中塊鑄鋼

時に、著しく收縮するも、最早外形が定つて居る爲め、其の最後に凝結し冷却し

た局部に、空虚が出来る。今鋼鑄塊を造るに鑄融鋼を上より徐々型に注ぎ込んだとすると、上の方が最も終りに、高熱の鋼を受取つた部分である爲め、其部分が最後に凝結して、

圖四十五第



管縮收の中塊鑄鋼

第五十三圖に示す通り空虚孔が出来る。
 然るに急劇に鋼を入れるか、又は鋼の運動が烈しきか、或は鋼を型の底部より注いだ場合には、其の因つて生すべき收縮管は、第五十四圖に示す通り、長さに沿ひて縦になる傾きがある。

二、氣泡

熔融せる鋼は製鋼爐内に於て、外界より瓦斯を吸収する、殊に水素窒素等が其主なるものである。或は鋼の中で、自ら瓦斯を造つて其を吸収して居る、一酸化炭素などである。今其鋼の受けて居る壓力が下り、又其溫度が低くなると瓦斯の溶解し得る力が減する。従て瓦斯は再び外界に逃出する。實際製鋼法を行ふ場合には、斯る瓦斯を含蓄すべき機會頗る多いのである。前に述べた様に、坩堝法は其害最も尠なく、シーメンズ、マルチン法稍々多く、ベセマー製鋼法に至りて、最も著しいのである。

鋼中より瓦斯の出づるのは、鋼の熔融状態に於て盛なるのみならず。亦鋼が凝結した後にて、之を認るものである。而して水素は五百度以下で、又一酸化炭素は同じく七百度附近で、固態の鋼中から盛に通出する。今熔融せる鋼の表面より出づる瓦斯を採取し分析せしに、左の通りである。

品別	一酸化炭素	水素	窒素	炭酸瓦斯
一	一八・六	五四・二	二四・九	二・三
二	三七・三	四七・三	七・九	七・五
三	四八・〇	三五・一	一五・四	一・五

(容量百分率)

一、軟鋼をベセマー法で鍛製し、未だ滿俺鐵を入れざるもの。

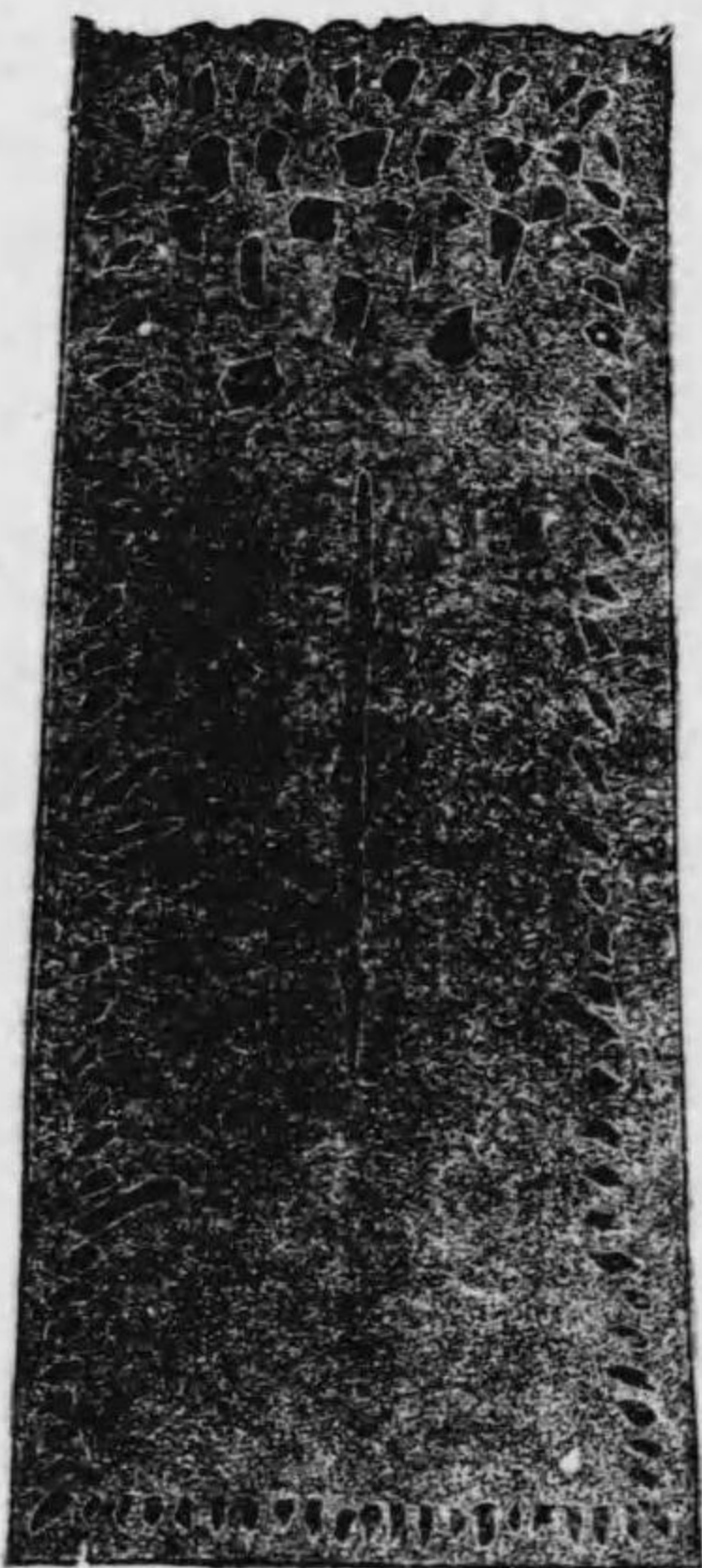
二、同上の滿俺鐵を入れたもの。

三、軟鋼をシーメンズ、マルチン法で造つて、未だ滿俺鐵を入れざるもの。

此等鋼中に含蓄せる瓦斯は、熔融鋼より悉く通出し去り得るものとせば、一向其害を及ぼさないけれど、其幾分は通出するの機會なく、其儘に鋼中に保留せらるゝものである。殊に鋼に害を與ふるものは、恰も鋼が凝結せんとする前に瓦斯體となつて居るものである。是は第五十五圖及第五十六圖に示す如く、鋼の實質中殊に其周圍に空虚孔を構成する所謂氣泡と成る。恰も水中

の空氣が其より出來た水の内に殘留して、泡粒を造ると同じ理由である。他
鋼鑄塊中の氣泡と收縮管

圖面斷縱圖五十五第



圖面平圖六十五第



日此鋼鑄塊を壓延した後も、其跡が鋼材に残り、薄弱面を構成することゝなる。併し其の及ぼす害の程度大小は、鋼鑄塊に存在せし氣泡の位置、大小に關係することが多い。殊に厭ふべきは、氣泡が鋼の外部に近く表るゝことである。是は後に鋼材の表面に、逆剝げの出來る基になる。此等位置等の關係は、總じて鋼鑄塊を造る場合、色々の現象に據りて變ずるのである。偕て此等の氣泡中には、如何なる瓦斯が存在するかは、直接に鋼を水中、又は水銀の中で穿孔し

鋼鑄塊中の瓦斯

て、其瓦斯を集めて分析したものを見れば、明かである。

品別	水素	窒素	一酸化炭素
一	八八・八	一〇・五	〇・七
二	七七・〇	二三・〇	〇・〇
三	六七・〇	三〇・八	二・二

(容量百分率)

- 一、ベセマー軌條鋼にして、鏡鐵を與へざりしもの。
 - 二、同上の鋼にて鏡鐵を與へたるもの。
 - 三、シーメンズ、マルチン軟鋼。
- 熔融せる鋼よりは、可なり多量の一酸化炭素が出るが、凝結した後の鋼材氣泡中には、重に水素の存在することがわかる。即ち鋼が一度固體になると、其よりは水素が多量出づることが明である。

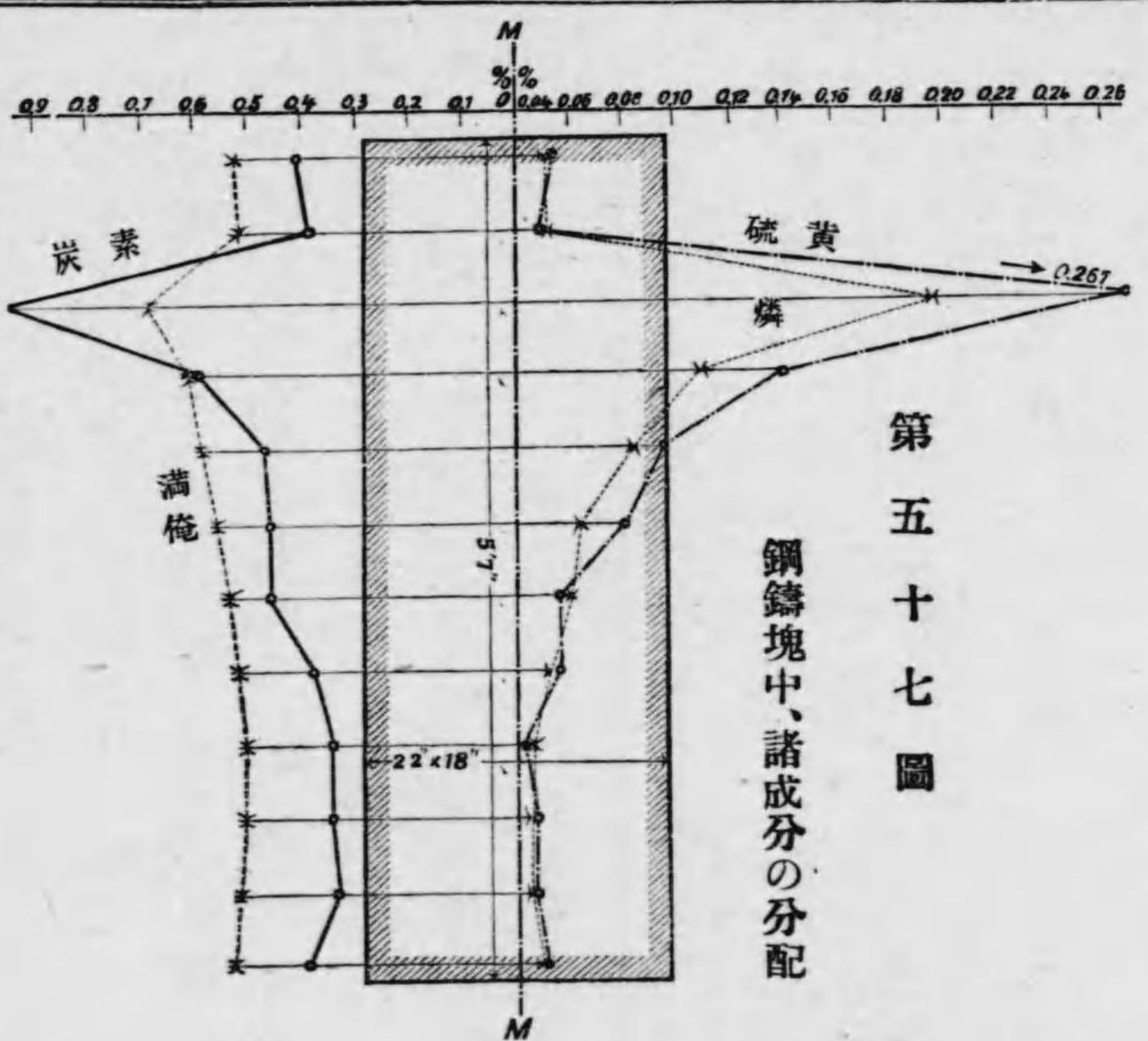
三、諸成分の析出

以上述べた様な二つの原因から、鋼鑄塊に不健全な局部が出來る。其上に尙一つ析出と云ふことがある。是は熔融鋼に於ては、其の内に含有せる諸成分、

鋼鑄塊中の諸成分の析出

何れも等一様に、萬邊なく混じて居るものであるが、其が一度凝結すると、決して全部一樣なる成分になつて居ない。全體の鋼の内、或る元素は局部に析出する爲めに、所々其成分が違つて居る。今大略に述ぶると鋼が型に入つて、先づ最初に固つた所、即ち外部には、同じ鋼の内でも早く凝結するもの、換言すれば、溶融温度の高き成分のものが集積する。之と反對に、鑄塊の内部、即ち最後に凝結する部分に、最も溶融温度の低きものが析出することになる。溶融点の低きものと云ふのは、鋼の中に、磷、硫、黄、炭素、其他のものが多きものであるから、此等の諸元素は同一鋼鑄塊中でも、内部に集まるものである。而して諸元素中、何れも多少此の傾きを有するが、前三つは最も著しいのである。然るに、磷、硫、黄、何れも有害なる成分であるから、此等が集つた内部は、屢々用ゐることが出来ない位、其鋼質が不純になつて居る。其不純物の集合する程度の一例を、第五十七圖に示してある。今、其の溶融せし時に、取り鍋に於て試料を採り分析せしに、該鋼は炭素〇・三八%、滿俺〇・五二%、硫黄〇・六一%と、磷〇・五二%を含有することを知つた、即ち普通の良品である。然るに圖示の如

鋼鑄塊
の純
不純
部の
なる
例



第五十七圖
鋼鑄塊中、諸成分の分配

第四編 軟鋼及硬鋼製造法

く、大き二十二吋と十八吋、長さ五呎七吋の大鑄塊に鑄造し、其真中心線MMに沿ひて、諸成分の存在せる量を試験した。而して其結果を、曲線にて横に畫いてある。是に據れば、鑄塊の上端より、略ぼ全高四分の一の處に、諸成分の最も集積せる局部がある。殊に硫黄は〇・二六七%に達する。又同一塊中他の何れの垂直線に沿ふて試験しても、之に類似の現象を呈するが、前記中央線程に甚しい

ことは尠ない。要するに此等の局部は、使用するに堪へない劣等品である。此等の事實と、收縮管の存在とが、大砲地金とか、甲鐵板の様な大切なものになると、鑄塊の上部より其三割も切り、又底部より其五分も切つて捨つる理由である。普通の鋼材の場合には、斯かることは出来なから、鑄塊全部其儘之を用ゐる故、普通の鋼材につきては、殊に注意せねばならぬ次第である。今重ねて他の一例を擧げるに、圓形鋼鑄塊の徑〇四八米、高さ二・三米なるものを造つて、極めて徐々に冷却せしめ、内外部を分ちて試験せしに左の通りである。

鑄塊底部		鑄塊頭部		炭素	硫	黄	磷
外	内	外	内				
〇・四四	〇・三七	〇・四四	〇・七七				
〇・四四	〇・四四	〇・三二	〇・一八七				
〇・四八	〇・五二	〇・四四	〇・一四二				
〇・六〇	〇・六〇	〇・四四	〇・四四				

(百分率)

内外の差は、頭部に於て殊に其の著しきを認むるのである。右の様なのは、最

軌條頭部
内外の成
分の差

軌條頭部		炭素	硅素	滿	俺	磷	硫	黄
外	内							
〇・二九	〇・五〇							
〇・〇一	〇・〇二							
〇・四四	〇・五〇							
〇・〇三	〇・〇六							
〇・〇二	〇・〇五							

(百分率)

も甚しき例ではあるが、如何なる鋼鑄塊でも、多少は此の傾があつて、従つて其より製造した鋼材に、其害が残つて居る。即ち軌條頭部、内外の例を見るに、
である。即ち著しく内部の、其成分不純なるを認むる。

第三節 鑄造に關する注意と、特種鑄造法

以上色々の原因から、鋼鑄塊は時として甚しく不健全なものである。従て近來此等の害を除ける丈けは、力を盡して之を去る工夫をして居る。殊に大切な地金になると、費用を惜まず此事に苦心して居る。其方法に色々ある。化學的に之を遂行するのである。鋼に色々の元素を與へて之を改良する。鑄融鋼の有する收縮率の多少を、加減する手段は難い。併し鋼中に存在する

鋼鑄塊鑄
造につき
注意

瓦斯の量になると、大に之を減ずることが出来る。併し何れの成分を有する鋼が、瓦斯を多く吸収し、他のものは然らずと云ふこと目下は判然しない。鎔融鋼中に滿俺、硅素、アルミニウム等を加へて、瓦斯の發生する原因を除去すると同時に、一方では鋼の性質を變せしむる。即ち鋼が其の含有せし氣體元素を固持し、之を氣體として遁逃せしめない。即ち瓦斯に、氣泡となり得る能力を與へないのである。

一酸化炭素の如きは、鋼の内で成生せらるゝものである。是は鋼の内の酸化鐵を除けば、其成生の原因を除去することが出来る。滿俺、硅素は鋼を造つた終りに、滿俺鐵又は硅素鐵の形ちで附加する。或は鑄型に注ぐときに、アルミニウムを加ふることがある。此等は何れも鋼中酸化鐵の酸素を奪取して、自ら酸化物となりて浮び去るのである。此等の内で、最も普通製鋼法に用ゐらるゝものは滿俺である。是は價低廉なると、一方では鋼中の硫黄に對する害を除くと云ふ役があるからである。畢竟するに今日製造する諸種の鋼の内にて、坩堝鋼を除けるものは何れも多量の滿俺、少くも〇・四%以上を含むの

鋼に對する脱酸劑

滿俺

硅素

アルミニウム

鋼鑄塊特殊鑄造法

鋼鑄塊の底注ぎの利

は、此理由に基くのである。

硅素は又有効なる脱酸劑であるから、鋼鑄物の如き鎔融鋼より直接製品を得るもので、其韌性に敢て多大の重きを置かぬ場合には、多量の硅素を加へる。アルミニウムは、最も劇烈なる働を持つて居る。即ち其強さは滿俺の九十倍、硅素の十七倍餘に當るのである。併し過剰に鋼中に残る場合に、此のものは其性質を害する。従て度を越えて、鋼に與ふることを避けねばならぬ。又アルミニウムを適量に加へた場合、鋼鑄塊の内に析出現象を呈することが少ない。従て鋼材の上下、内外部に於ける其成分の不同が、少ないと云ふことである。他の諸方法としては、何れも機械的(外科的)に鋼鑄塊を改良して居る。鎔融鋼を型に注ぎ込む時の其温度を、出來得べき範圍に低くする。此温度が餘り高い場合には、鋼の收縮率も大きいし、又瓦斯を吸収することも多い次第で、善良なる鑄塊を得ることは出来ない。又鋼を鑄型の底部より注ぎ込むことを奨勵する。是は極めて平穩に、鋼が鑄型内を登る爲めに、瓦斯等も鋼中より能く遁出し得る上に、其利益とする處は、鑄型の上から注ぎ込んだ場合の様に、鋼の

一部が跳ね返りて鑄塊の外面を悪くする等の害が無い。従つて好良なる鑄塊を得らるゝことである。

大なる鋼鑄塊を造つて、鋼が型の内で徐々に凝結し得る様にする。即ち鋼中の瓦斯は、其の熔融状態にある間に、逃出し散じ得る。従て瓦斯氣泡の出来ることが少ないのである。近來製鋼所にては、大なる壓延機を据え附て、大鋼鑄塊を處理することが出来る。益々大鑄塊を得ることになつた。前には五百斤位のものであつたのが、近來の設備を有する工場、例令ば八幡製鐵所の如きは二噸位の鋼鑄塊を造つて居る。

鋼を高氣壓の下に凝結せしむる。鋼が高壓の下にある間は、尙多量の瓦斯を吸収し得るものである。即ち此等のものは、瓦斯の状態として存在せずして、鋼其ものに含蓄せられて居る。恰も水中に空氣が溶けて居る様である。斯く合金の様な形の瓦斯分は、比較的害をしないものである。然るに一度び鋼より分離して、氣體となつたものは、直接に鋼の性質に關係はないが、併し鋼中氣泡を造るのである。よし此氣體となつたものでも、鋼が高壓の下にあると、

其氣泡は膨張し得ない爲め、其形ち小さい、殆んど害をなし得ないのである。

此高壓の下に凝結すると云ふのは、最も簡單なるは、鑄塊の高さを必要以上にする。而して後に不必要な部分丈けを切つて捨つるのである。即ち五百耗のものを作るに、六百耗の高さに鑄込みて、後に百耗丈を切斷する。此百耗を餘分に鑄込むは不經濟ではあるが、此のものが下部に位する鋼塊を壓して居るし、又其の部は最後迄熔融して居る局部であるから、其から不絶、新地金が下部に供給せらるゝ。従て下部は質の堅緻な、好良なる鑄塊となる事が出来るし、又鋼の内の不純物は、此上部に集積する。従て此部を切斷すると、此不健全なるものを除くことが出来る次第で、益々立派なるものを得ることになる。前に述べた様に甲鐵板、大砲の鑄塊の場合に、上部を三割以上も切斷するは此の理由である。

又高壓にする方法として、鋼を型に注ぎて、其上部を水蒸氣、炭酸瓦斯などにて壓して、凝結せしむることがある。又水壓機にて壓搾しながら、凝結せしむる方法もある。大砲とか又船舶用の長き回轉軸に用ふる鋼鑄塊には、此等の方

法を用ひて造ることがある。

其にウ・トウ・オース式として、鑄型のまゝ水壓機の下に送るものがある。近頃アルメー式なるものが表れ、稍々広く用ゐらるゝに至つた。是は前と同じ方法であるが、唯改良したるは鑄型が、上部に圓錐體をなして稍小さくなつて居ると、下より水壓を加ふる装置である。其の爲め極めて質の揃つた、堅緻なる鑄塊を得ることである。鑄塊の上部を犠牲にして、他の部を良好にする爲めに、上部を長く溶融状態にして置く方法は、リーマー式等である。其要領を述ぶると、鑄型の上部にて瓦斯又は骸炭を燃焼せしめて鑄塊の上部を最も長く溶融して置く方法である。従て普通は、其上部の三割を切斷せねばならぬ場合にも、此等の方法を用ゐると、極めて微量を切り捨て、澤山であると云ふことである。

第七章 鋼材造形法

以上説明した方法で得たる鋼鑄塊は、之を色々の機械で作業して、通例使用する

る鋼材にする。即ち元々粗畧なる方柱形をなして居る鑄塊を引き延したり、押し延したり、又は敲き潰したりして、或は條材にしたり、或は板材にしたりするのである。又第三編に述べた鍊鐵鍊鋼も、此鋼鑄塊を作業すると同一様に處理するから、茲に一括して簡単に説明する。元來粗塊を採りて鍛造機、水壓機、壓延機に掛けて、種々の形狀を與ふると云ふのは、其に伴ふて他の目的を有して居る。即ち鍊鐵塊であると、其内部に介在して居る鐵滓を絞除除去し、又鋼鑄塊であると、收縮管、氣泡等の空虚孔を潰すのである。

第一節 加熱装置

總て鐵材を鍛鍊するは、何れも、高溫度に於て之を遂ぐる。是れ高溫度に於て、可鍛性益々増加する、故に其を利用する。従て先づ鐵を熱する装置を述ぶる。小なる鍊鐵塊等であると、普通鍛冶屋で用ゐる様な火窪を用ひて、木炭又は石炭を燃焼して鐵を熱する。もつと大きなものは、反射爐を用ゐる。其の取扱ふものゝ大さと、又數量とに應じて、爐の大きさも、形も變じて居る。鉄を熱熔す

鋼塊均熱
爐

溢血鋼塊
爐

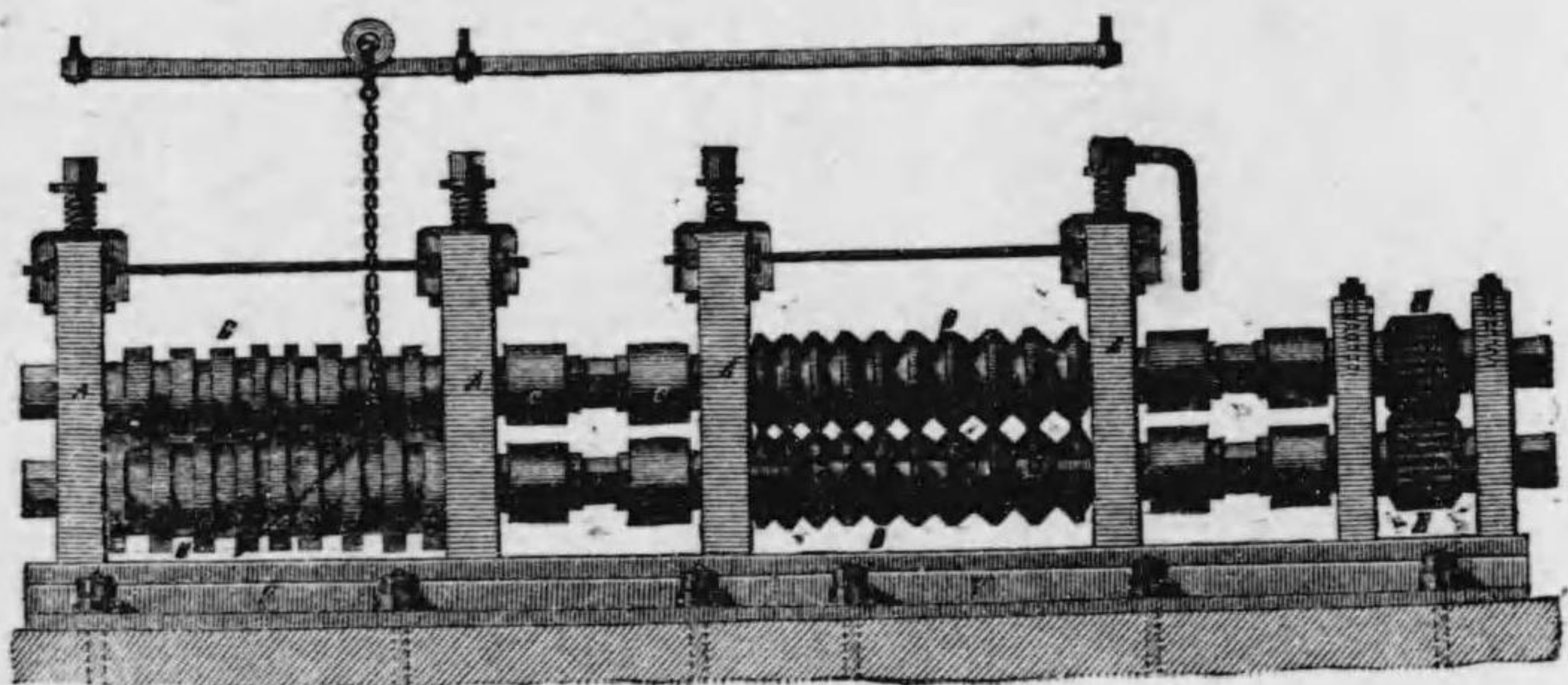
るものは扁平であるが、鋼鑄塊を熱熔するものは細長である。其燃料は石炭を用ゐたり、又は瓦斯發生爐にて造つた瓦斯を用ゐる。最も大きな爐になると、瓦斯蓄熱爐を附屬せしめたるものもある。

尙一つ特別の場合を述べねばならぬが、大工場にては均熱爐と云ふものがある。是は鎔融鋼にて鋼鑄塊を造る場合に、勿論鋼は其鎔融點より段々冷却するのであるが、今其の適度に冷却したものを直ちに壓延したらよい筈で、別に再び之を熱熔する必要がない次第である。然るに鎔融せるものより凝結する際に、其外部は既に赤熱位迄に冷却しても、尙其内部は元の鎔融状態であると云ふ次第である。従て之を其の儘壓延する時は、鑄塊は忽ちに潰崩する所謂溢血鋼鑄塊となるのである。然るに右の鑄塊を今均熱爐とて白熱せる直立坑に、三十分乃至二時間入れ、其内外兩部の熱を均一にする。以前重に用ゐた均熱爐は、別に燃料も加へぬものであつたが、近來は順序よく操業し得る様に、瓦斯にて加熱することにして居る。

鋼材造形
裝置

水壓機

備設の機延壓 圖八十五第



第四編 軟鋼及硬鋼製造法

第二節 造形裝置

鍊鐵の内でも、殊に小仕掛に操業するものになると、簡単な火窪等を用ゐ、又其の熱したものを、唯だ人力にて鋸を用ゐて仕事をす。然るに大形のものになると、水力を利用する機械鋸を用ゐる。又最も大なるものでは、パドル鍊鐵等であり、或は鋼鑄塊になると、蒸氣力を利用する蒸氣鋸で仕事をす。

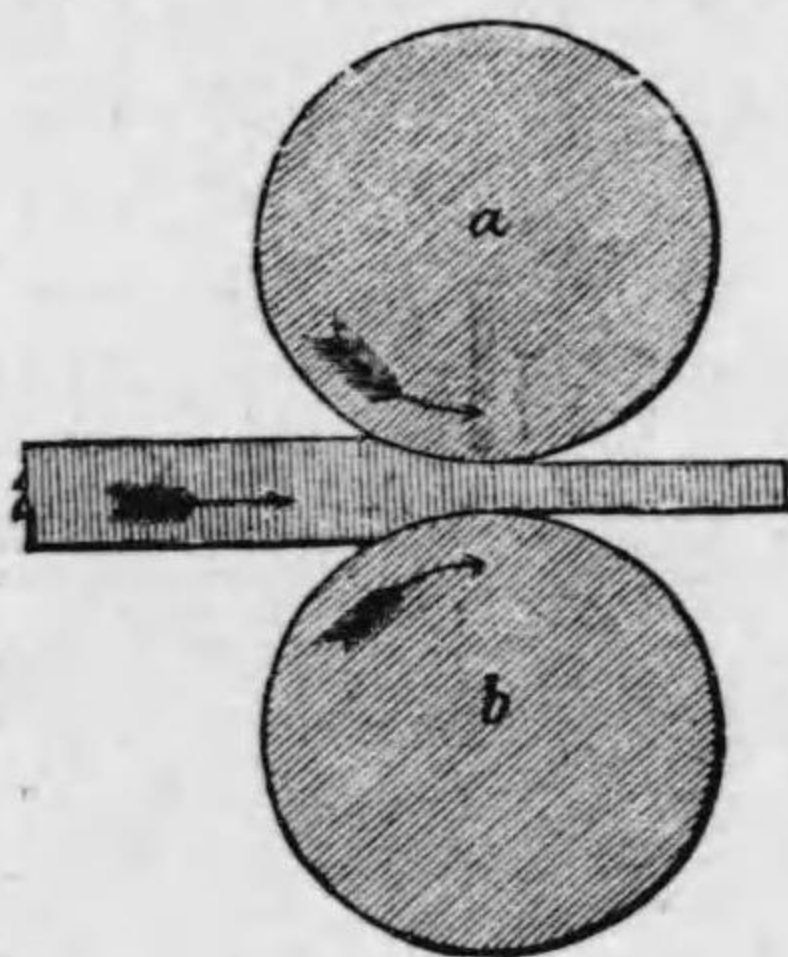
併し近頃大工業に用ゐる最大鋼材で、大砲々身、船艦の推進軸等は、蒸氣鋸では僅に其外部のみに壓力を及ぼすので、鋼材の内部には其力が及ぼす、従て中心部の鋼質が十分仕上つて居ない。此場合には水壓機で鍛鍊する。尙近來は其の大き益々

壓延機の設備

加は、りて、一萬噸も壓力を出すものがある。従て昔時用ゐた、蒸氣錘の最大形のもの、がなくなつた次第である。然るに同形状のものを、多量製造する場合には、壓延機を用ゐて造形するのが經濟である。

壓延機は其全體の設備を、第五十八圖に示してある。二つの細長き鑄鐵製、或は稀に鋼製の輥子Bより成り立つ。兩輥子は普通圓柱形を有する、而して共に水平の位置に安じ、其兩端を各々同一の鐵框A内に保持してある。其鐵框には適當なる装置があつて、上下兩輥子間の距離の大小を自由に加減し、左右

第五十九圖二重式壓延機

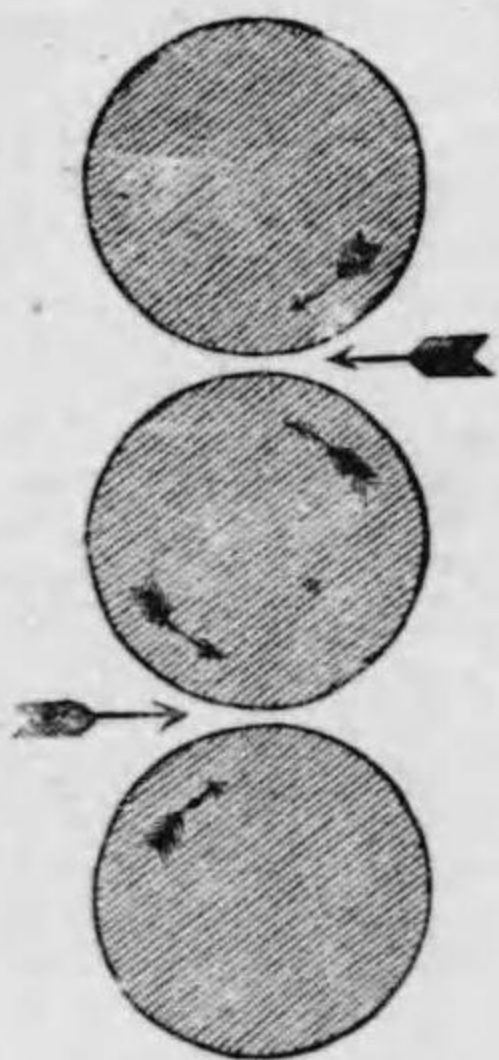


前後の位置を精密に調整し得る様になつて居る。左右同水準上の輥子Bは、聯結軸D、又聯結框Cを以て、互に相繋つて居る。而してEなる齒車を経て、頑丈なる機關の軸に連絡し、其より運動を受け、而して上下兩輥子は互に反對に回轉する様になつて居る。そこで今、壓延し様と思ふ鐵材を、兩輥子間に嵌入すると、第五十九圖にある通り、其

二重式壓延機

材の高さよりは、兩輥子間の透間が小さく成つて居る爲め、鐵材は壓し潰されて、輥子の回轉する方向に、押し送らるゝのである。其際に其透間と同じ高さに潰されて、其の長さは其れ丈け増加するものである。之を要するに作業は、鋸で鍛へると同じ様な工合で、唯だ間斷なく繼續し得る許りである。

第六十圖三重式壓延機



らぬ、即ち左より右に壓延したとすれば、右より左方に返す時には、壓延する理に行かないのである。今澤山のもの、を扱ふ場合には、第六十圖の通りに三つの輥子を用ゐて、此不便を除いて居る。鐵材が左より右に行く時に

は、下輥子と中輥子との間を通る。又右より左に返る時は、鐵材を中央の輥子の大きき丈け、上に持ち上げ、而して上輥子と中輥子との間を通るのである。之を三重式と稱する。併し最大の鋼塊を壓延する場合には、之を上下する爲め多

量の動力を消費する故、寧ろ二つの輦子を用ゐて、其の回轉する方向を變ずる。今輦子の表面が平滑であると出來るものは扁平な形のもの、即ち板であるが、其表面に種々の形の溝が切つてあると、上下兩輦子の溝で組合はした形狀に、相當する形の鋼鐵材が出來ることになる。第五十八圖のBには、一は帶鋼他は角鋼を壓延造形すべき溝がつけてある。

第三節 壓延方法

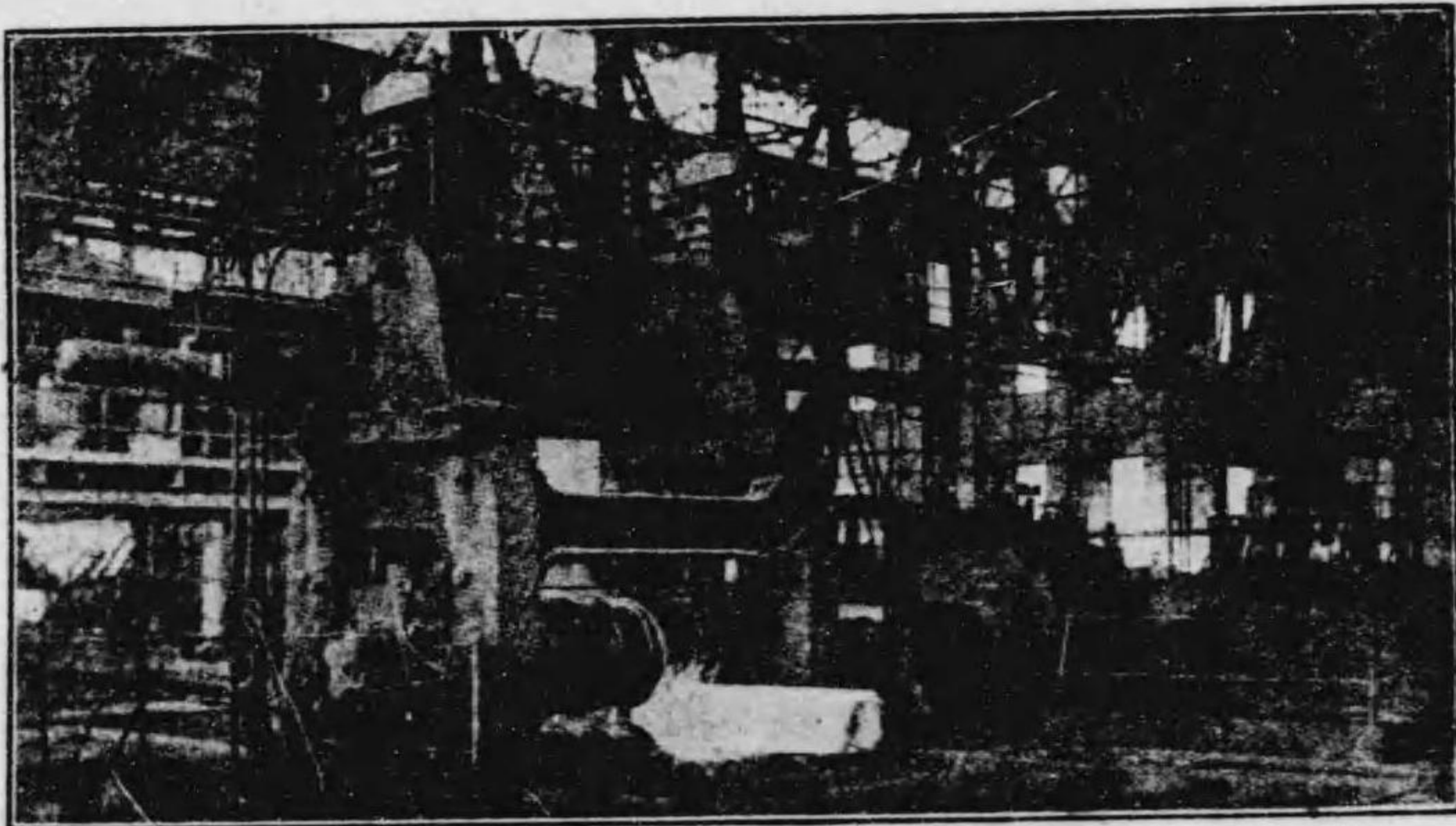
素鋼鑄塊を板に仕上げたり、又種々の形狀の條鋼に、仕上げるには、仲々一度や二度の壓延では終らないので、幾度も繰返さなくてはならぬ。其數は其鑄塊の大小に據りて相違するも、二十回も壓延機に嵌入して、段々と延ばさなくつてはならないものもある。従つて鐵材の有する熱も段々冷却するから、時によると其の途中で又熱熔せねばならぬこともある。

此二十回も壓延する際に、鐵材の形は順を追つて、段々變て行く次第であるが、其目的の形に仕上げるに、途中に如何なる形を経るか、と云ふに、種々場合に據

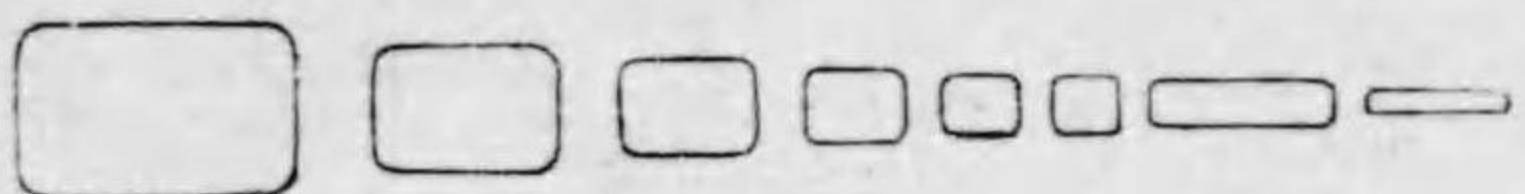
り相違がある。

先づ大製鐵所にて、大鑄塊を鑄造する場合には、多く分塊機を使用する。是は大形の壓延機であつて、鑄塊を荒ごなしするものである。第六十一圖は分塊機壓延作業中の寫真である。而して後の壓延作業に都合のよい様に、小形の鋼材を造つて置く。即ち後に板類を壓延する場合には、長方形の小口にするし、其の出來たものをスラブと名附ける。又條鋼類を目的とする場合には、眞四角の小口に造り、詰り此等のもを小鑄塊と同一様に處理する。第六十二圖は普通分塊機につける、溝の形を順序に示してあ

第六十一圖 分塊機壓延作業中



第六十二圖 分塊機輾子溝の形



る。總じて斯く壓延機にて、粗形の半製品なる鋼材を造つた時には其大さ百耗平方以上のものをブルームと稱し、同百耗平方以下のものをピレットと稱する。
今進んで鋼材を仕上ぐることを述ぶるに、鋳を造るのであると、其表面平にして溝のなき二輾子間の距離を段々狭くして、壓延する鋼材の厚みを段々薄くし、目的のものにする次第である。而して、出来たもので、五耗以上の厚さを有するものを厚鋳と稱し、其の以下のものを薄鋳と稱して居る。最も薄きものを造るには、二枚四枚八枚と重ね合せて、壓延機に掛くる。又橋梁等に用ゐる帶鋼を造る場合には、横になつて居る二輾子の外に、縦になつて居る二輾子あつて、帶の上下面のみならず、左右の両面をも造形すると云ふ様にする。

然るに種々の形狀を有する條鋼類、圓及角鋼、軌條鋼、溝鋼、丁形鋼等を造る場合に素鑄塊又粗鋼材より、最終の形狀に壓延する迄、其の徑路に當るべき溝の形

狀を考案するのは、頗る難事に屬する。而してあらゆる方面に亘りて、思を廻らさなければならぬ。輾子に此溝を附ける方法が拙劣であると、目的通りの形の仕上げ鋼材を得ることが出来ないし、又甚しくなると最初から、壓延機に能く鋼を嵌入することすらも出来ず、或は曲つたりして、到底満足に之を壓し出すこと出来ない。今重なるものにつきて、其實例を以て溝形の順序の要領を示さんが爲め、第六十三圖より第七十四圖に至る、十二箇の圖を掲げる。而して如何に元來粗末なる鋼材が、段々と目的の形狀のものに壓延、變形せらるるかを示すことにする。

鋼線類の内、其徑三五耗以上のものは、之を壓延して製造する。其際に出來る丈仕事を速くする爲め、鋼線が輾子上一の溝より他の溝に行くに、自動的に導かるゝ様にする。又其徑三五耗以下のものは、常溫度に於て之を引き延ばし、段々其徑を細くして目的のものにする。

八幡製鐵所に於て壓延造形して、市場に販賣する鋼材につきては、一々其大さ及重さを掲載して、之を巻尾の附録にした、參照して貰いたい。

圖十七第
形の溝、上子輦用延壓鋼形工



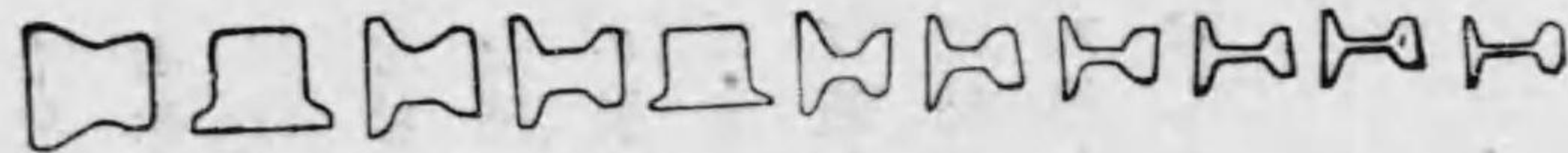
圖一十七第
形の溝、上子輦用延壓鋼形溝



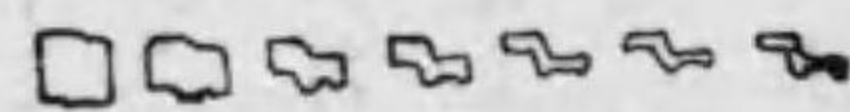
形の溝、上子輦用延壓鋼クラベ圖二十七第



形の溝、上子輦用延壓鋼條軌圖三十七第



圖四十七第
輦用延壓鋸目繼
形の溝、上子



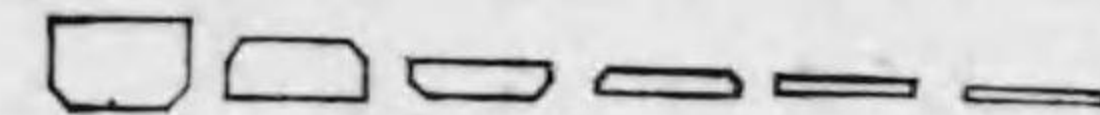
形の溝、上子輦用延壓鋼角圖三十六第



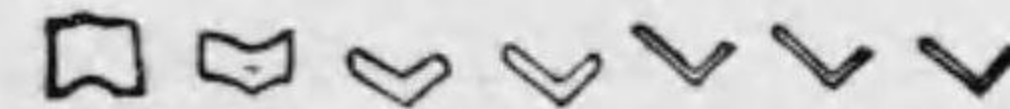
形の溝、上子輦用延壓鋼丸圖四十六第



形の溝、上子輦用延壓鋼平圖五十六第



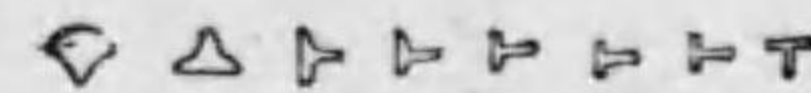
圖七十六第
延壓鋼形山邊等不
形の溝、上子輦用



圖六十六第
延壓鋼形山邊等
形の溝、上子輦用



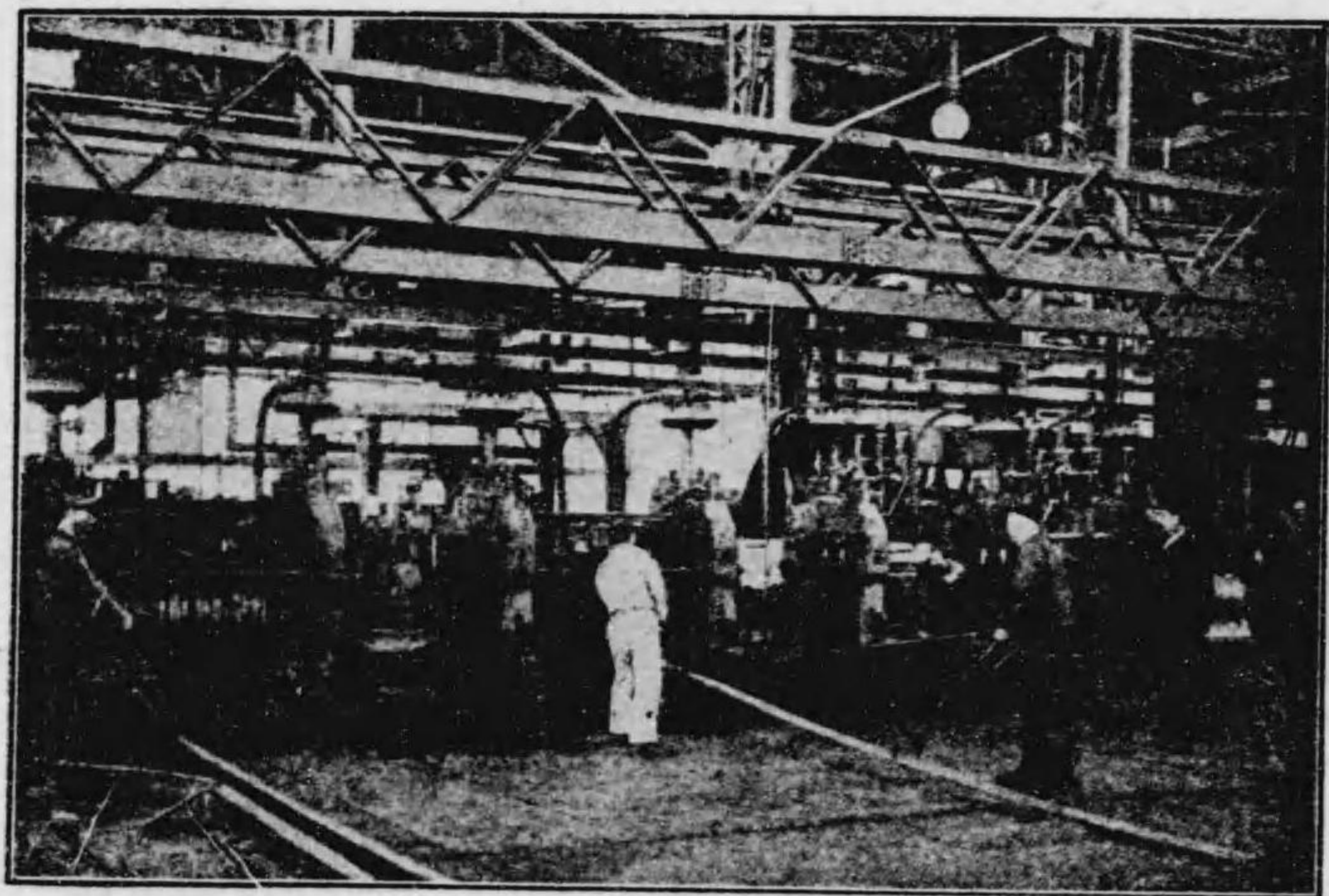
圖九十六第
用延壓鋼形丁
形の溝、上子輦



圖八十六第
輦用延壓鋼形Z
形の溝、上子



第七十五圖 壓延機、作業中



第七十五圖は現に條鋼類を、壓延作業中の寫眞である。尙ほ鐵道用外輪を造るには、同じ様な方法であるが、唯だ輪鋼を壓延機にかまする爲め、特別の装置がしてある。鐵管などにも、種々のものがある。例へば、鋸を帶形に切斷し、其兩側を鍛接することもある、又一つの丸棒を、管狀に引き延ばし、継目なしの鋼管を造る方法もある。

第五編 可鍛鑄物及炭滲鋼製造法

第一章 可鍛鑄物製造法

此方法の要領は、銑鐵鑄造法に據つて鑄物を造りて、思ふ通りの形狀のものを仕上げて置く、而して之を酸化劑にて包み、高温度に熱し尙固體の儘にて、除炭作用を與ふる次第である。即ち元の形狀を變せず、其銑鐵を可鍛鐵に變ずると云ふ方法である。

第一節 原料

鑄造法に處すべき銑鐵につきましては、其の含む炭素を容易に吐き出し得るものを選択する。鐵中の黒鉛炭素は、之を酸化除去すること困難である。之を含有すべき鼠銑鐵は、此法の原料に不適當である、從て是非白銑鐵を採用する。而して其炭素の總量も、三%位なるを好むのである、是は比較的、短時日にて仕

可鍛鑄物製造法の要領

原料とすべき地金の成分

事を終り得るからである。併し度を超えて炭素量の少ないものは、鑄造法を困難にすることになる。

銑鐵中の硅素は、黒鉛を分離さへない限りの範圍に、出来る丈之を多量にする。さすれば、容易に鑄造することが出来るし、又銑鐵が早く可鍛鐵に變ずることになる。普通其含有硅素量を〇・四%乃至〇・八%にする、最も肉薄き鑄物の場合に之を一・二%迄にすることがある。

鐵中の滿俺は、銑鐵の收縮率を大きくして、其鑄造法を困難にする上に、鑄物の容易に可鍛鐵に變じないてふ不利益を招くものである。併し鑄物中に黒鉛を發生せしめない爲めに、普通に原料は〇・四%迄の滿俺を有する様にす。磷、硫黃等は此方法に於て、殆んど變化を蒙らない、原料中にあるものは、必ず出來上つた可鍛鑄物に殘留する。元來可鍛鐵は〇・一%以上の磷分、〇・〇五%以上の硫黃を含有する場合に、其質不良に陥るものである。從て原料中に夫れ以上を含有せぬものが適當である。如何なる場合にも磷分〇・二%、硫黃〇・一%以上を含む銑鐵を使用することは出來ない。

原料とす
べき地金の類

可鍛鑄物を製造して成功する秘訣は、此原料の選擇法に存する。重ねて注意を擧げると、其仕事を迅速にする場合には加熱温度を高め、又硅素の含有量を增加するし、反對に其温度も低く、又滿俺分が多量であると仕事が緩徐であるか、扱て此等の化學成分を有する銑鐵を得るには、如何なるものが適當であるかと云ふに、先づ磷分、硫黃分を含むことの少ない鐵鑛石を、木炭にて處理して得た白銑鐵がよい。我國にては白銑鐵を採用すると云ふ點から、往々釜石鐵山などにて製造したものを使用するが、是は多く骸炭を燃料として造つたものであるから、硅素の少ないと同時に、著しく硫黃分が多いことを免れない、從て可鍛鑄物に多量の硫黃分が殘留する、而して之を鍛鍊することが出來ない。

本邦産の製品に此缺點があると云ふことは、屢々耳にする所である。米國に於ては多く赤鐵鑛銑鐵、硅素分多くして、且つ多量の黒鉛を含有するも、磷分、硫黃分最も少なしに、古軌條鋼などを混入して、適當に其硅素分を減却し、自ら白銑鐵を製造して居る。其上此等を鎔融する爲め、反射爐を使用する。而して巧に其酸化作用を有する火焰の力に依りて、適當の化學成分の銑鐵を

得ることにする。又獨逸國に於て銻銑爐を用ゐる場合に、九割の鋼屑と、一割の銻鐵を調合することがある。

本邦に於て得べき適當なる原料は、中國地方に於て産する、和銻であると思はれる。是は曩に第二編に於て述べた様に、硅素滿俺の少なきものであるから、此等を補ひて最初示した、化學成分のものにするのである。即ち釜石銻鐵を加へて、硅素を増し、鏡鐵又は滿俺鐵を與へて、滿俺を増す、又都合に依り鋼屑を加へて、炭素を減すべきものである。決してレドカー銻鐵の如き、磷分多きものを使用してはならない。

酸化劑は、酸化鐵を主要成分とするものである。赤鐵礦又は焙焼したる粘土鐵礦を粉狀にしたもの、又は壓延、鍛鍊作業にて得べき鐵肌を用ゐる。其酸化力の多少は、自ら小仕掛に試験して定める。赤鐵礦の如き酸化鐵のみより成るものは、餘り酸化力が過度である、従て適度に粘土等を混入する。亦餘り其力の弱き場合には、滿俺鐵を加ふることもある。今獨逸國カロリネ、ウキルヘリミアに於て使用する酸化劑を見るに、其粒の大き三耗乃至十三耗位のもの

酸化劑

で、其含有鐵分は左に示す通りである。

粒の大きさ	鐵分	粒の大きさ	鐵分	粒の大きさ	鐵分
三耗—六耗	五七・七%	六耗—九耗	五六・七四%	九耗—一三耗	五四・三〇%

我國に於ては鐵肌類を使用し得る外に、仙人鐵礦は鱗狀になり易いから、好箇の材料であるし、又中國産の赤目砂鐵も適當なるものと考えらるゝのである。

第二節 操業裝置

地金鑄融爐

銻鐵鑄造法を行ふ爲め、先づ之を鑄融する。其の用ゐる爐は色々である、即ち坩堝爐、銻銑爐、反射爐及瓦斯爐等である。

坩堝内にて鑄かすは、最も小仕掛に操業する場合である、併し最も不廉である。銻銑爐は、普通の鑄造工場にて用ゐるものと、同一爐である。獨逸國に於ては、多く之を使用する、燃料の消費最も少量であるが、併し銻鐵が硫黃を吸収して、其質不純となる恐がある故に注意を要する。

鑄鐵製箱

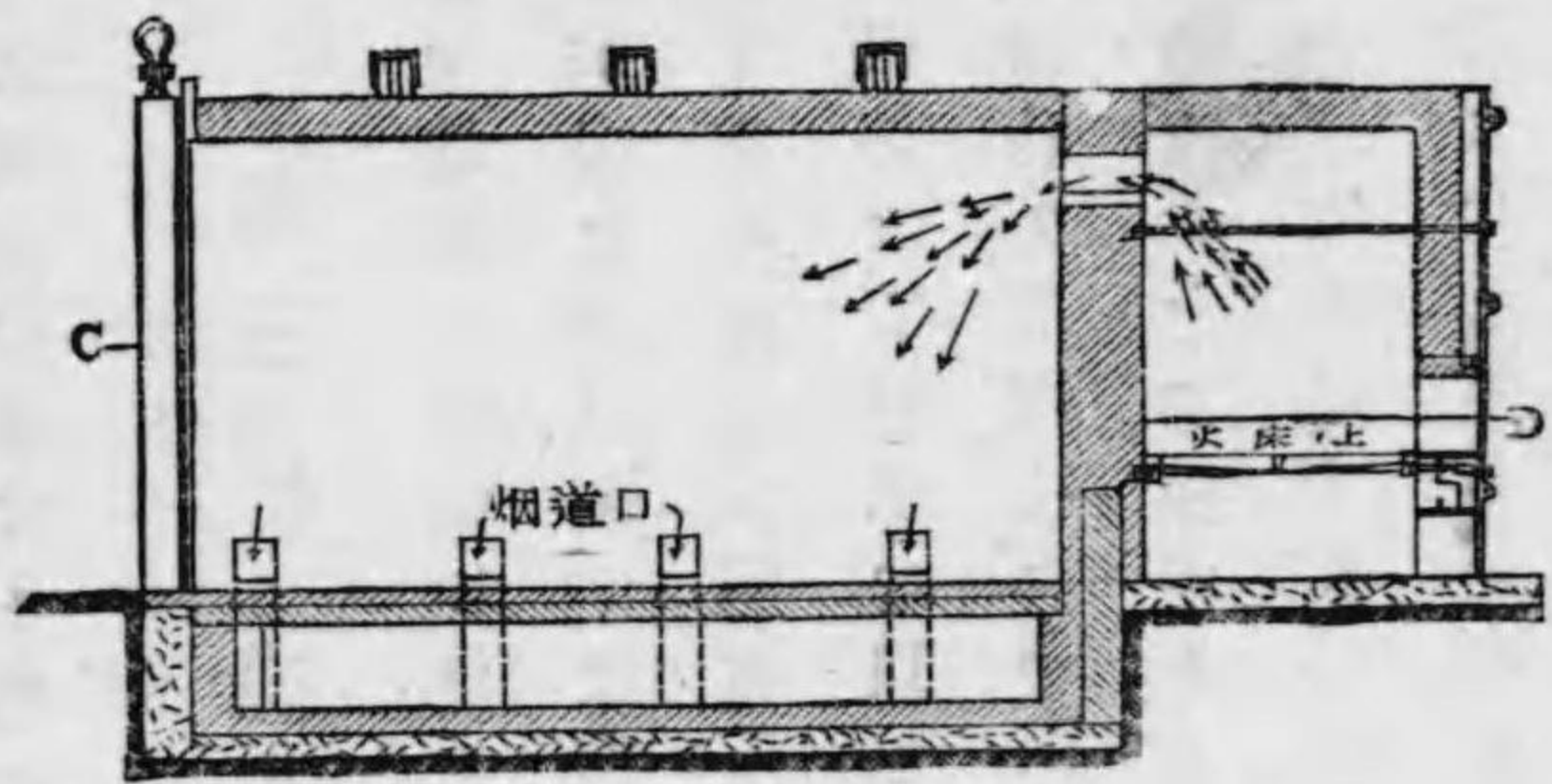
反射爐は米國に於て重に使用する、爐内にて銑鐵中成分の一部が酸化する爲め、自ら適當なる成分の銑鐵を造り得ることが出来る。即ち時々爐中より試料として、一部の銑鐵を汲み出し、其破砕面を視て、含有硅素滿俺を推測することが出来る、併し前の鎔銑爐に比し多量の燃料と耐火材料と勞力とを要する。瓦斯爐は、恰もシーメンス、マルチン製鋼爐に等しき構造のものである。反射爐の利點を有した上に、其の要する燃料が少ないと云ふことである。併し最も大仕掛に、仕事をする場合に用ふべきものである。

燒鈍爐

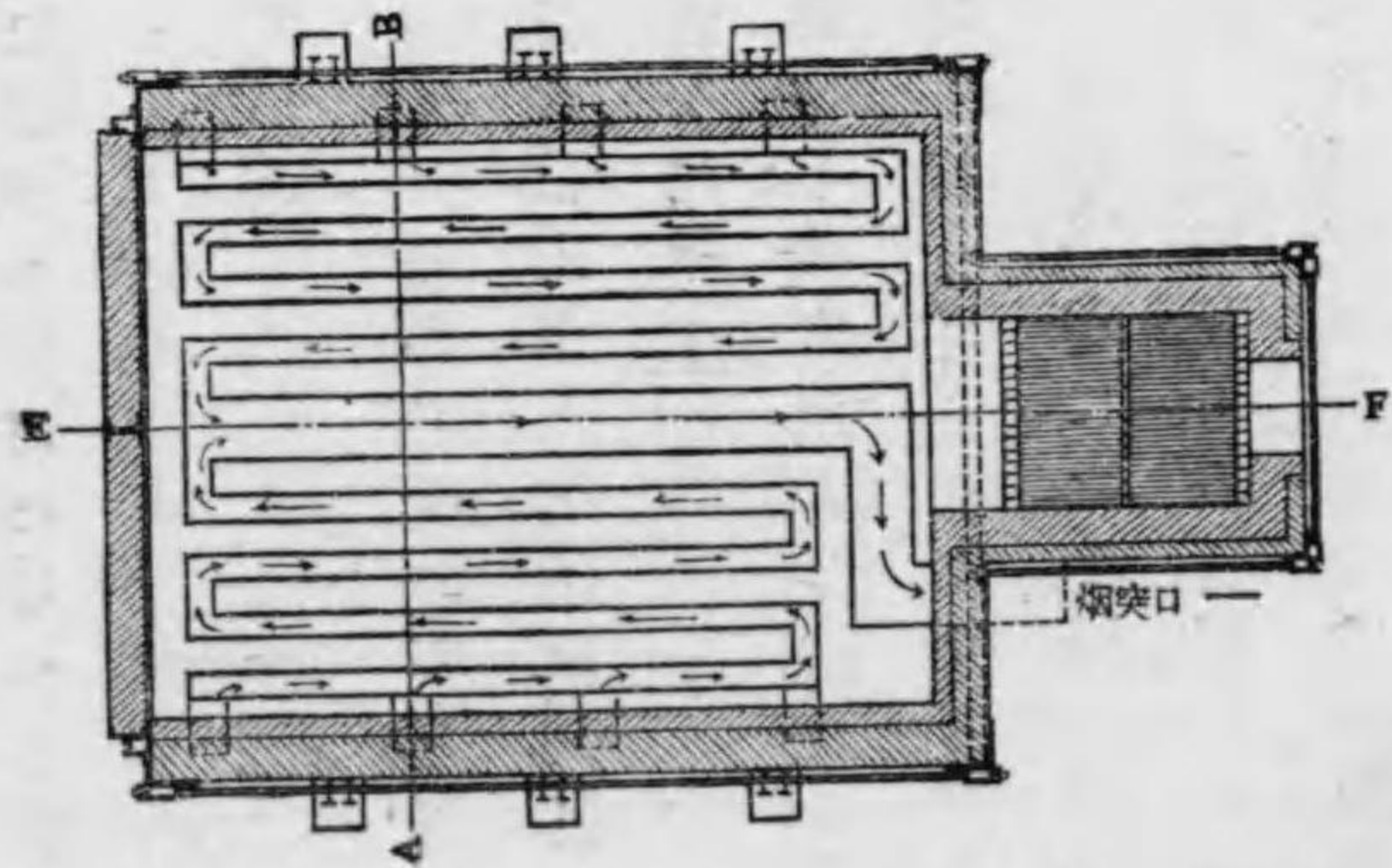
次に鑄造した鑄物を、可鍛鑄物に變せしむる爲めに酸化劑と共に、鑄鐵製箱に詰める。獨逸にて重に使用する其鑄鐵箱は、圓筒形で、其徑二百五十耗乃至三百耗、高さ三百耗乃至五百耗のものである。併し大物を取扱ふべき場合には、長方形の箱を用ゐる、其幅及び高さが五百耗位で、長さ八百耗に達するものである。總じて箱の肉の厚みは、二十五耗乃至三十耗を有する。米國に於て用ゐる鑄鐵箱は、重に此長方形のものである。此等の箱を熱すべき爐は、種々の形狀を有して居る。獨逸にて用ゐる爐は圓

筒形の箱を、三つづゝ重ねて内に入れ、總計三十六箱を入れる様になつて居る。米國に於ては反射爐を用ゐて居る、第七十六圖及第七十七圖に示す如きもの

可鍛鑄物燒鈍爐
(EF)圖面斷側圖六十七第



第七十七圖平面圖 (CD)



である。是は恰も鋼鑄物を燒鈍し、又は鑄型を乾燥する爲め、使用するものと

同一形である。鑄鐵箱の四周を一樣に加熱する爲め、火焰は一度、其上部を通過せし後、其底部に存する烟道を経て、爐外に出づる装置になつて居る。

第三節 操業方法及製産品

操業方法

銑鐵鑄物を造るは、普通の鑄造法と同じである。而して生砂型を用ゐる、又其鑄物の數が多い時は、多くは型板を用ゐて居る。出來た鑄物は、其肌に着く砂を取り放す爲め、大なる圓筒内に入れ置き、之を廻轉する。

鑄鐵箱の内部は、石灰水を以て塗り、其中に鑄物と酸化劑とを詰める。而して注意して、鑄物の周圍に必ず酸化劑が、萬遍なく行き亘る様にする。今爐内に裝入して徐々之を加熱する。一日半、乃至二晝夜の後には攝氏八百五十度、乃至九百五十度位に熱する。反射爐にて鎔融して得たものに對しては、攝氏七百度内外でよいとする。而して此溫度を三日間位保持する、此の加熱程度は、最も大切なるものである。餘り高きに失する場合に、鑄物の中身が鎔融して流れ出づることがある、而して空虛の可鍛鑄物が出來る。又餘り溫度が低い

場合には、其脱炭作用度を越えて緩徐である。

其後、爐の戸などを閉ぢた儘で徐冷せしむる。一日間位の後で攝氏二百度位に冷した時に、爐の戸を開放して冷却し、鑄物を取り出す。而して之を試めず、即ち鑄にて削りて其硬さを見て、十分鑄物の軟になつたのを慥めるし、或は鍛鍊して見ることもある。尙十分可鍛鐵に變じないものには、再び同一作業を繰返すことにする。

此等の加熱作業に於ては、白銑鐵の外部より酸化作用が、段々内部に進入して之が除炭を行ふものである。従て餘り肉の厚き鑄物を、此方法に處する時は、其力が鑄物の内部迄、十分到達して、之を完全に可鍛鐵化すると云ふことが出來ない。其理由から、此方法に處し得べき鑄物の肉の厚みは、二十五耗以下に限つて居る。

斯くして得たるものは、可なり鍛鍊し得るものである。其炭素量も、略ぼ一位になつて居る。其内〇六%位がテンパー炭素の状態である。従て之を打ち折りに見ると、鼠中心と稱して、内部に鼠部を認めるのである。其抗張力は

可鍛鑄物の性質

一平方呎につき三十斤位あつて、略ぼ鍊鐵に當るが、其延伸率は僅に五%許りで非常に少ない。是は前記のレンパー炭素の存在する結果である。即ち瓦斯管の継目とか、可鍛鑄物は、重に小道具に使用せらるゝものである。即ち瓦斯管の継目とか、鍵或は農作機械等にする。近來益々其應用が弘まつて來て、一般機械類の附屬品に使用せらるゝ。

其製造業の盛なるは、米國である。明治四十年の統計に據ると、同國は九十六萬九千噸の可鍛鑄物を産するに、歐州全體に於て僅に五萬噸許りと云ふことである。今日我國に於ても、米國より諸機械の形ちで輸入せらるゝ量は、蓋し莫大の高に達する次第である。

第二章 炭滲鋼製造法

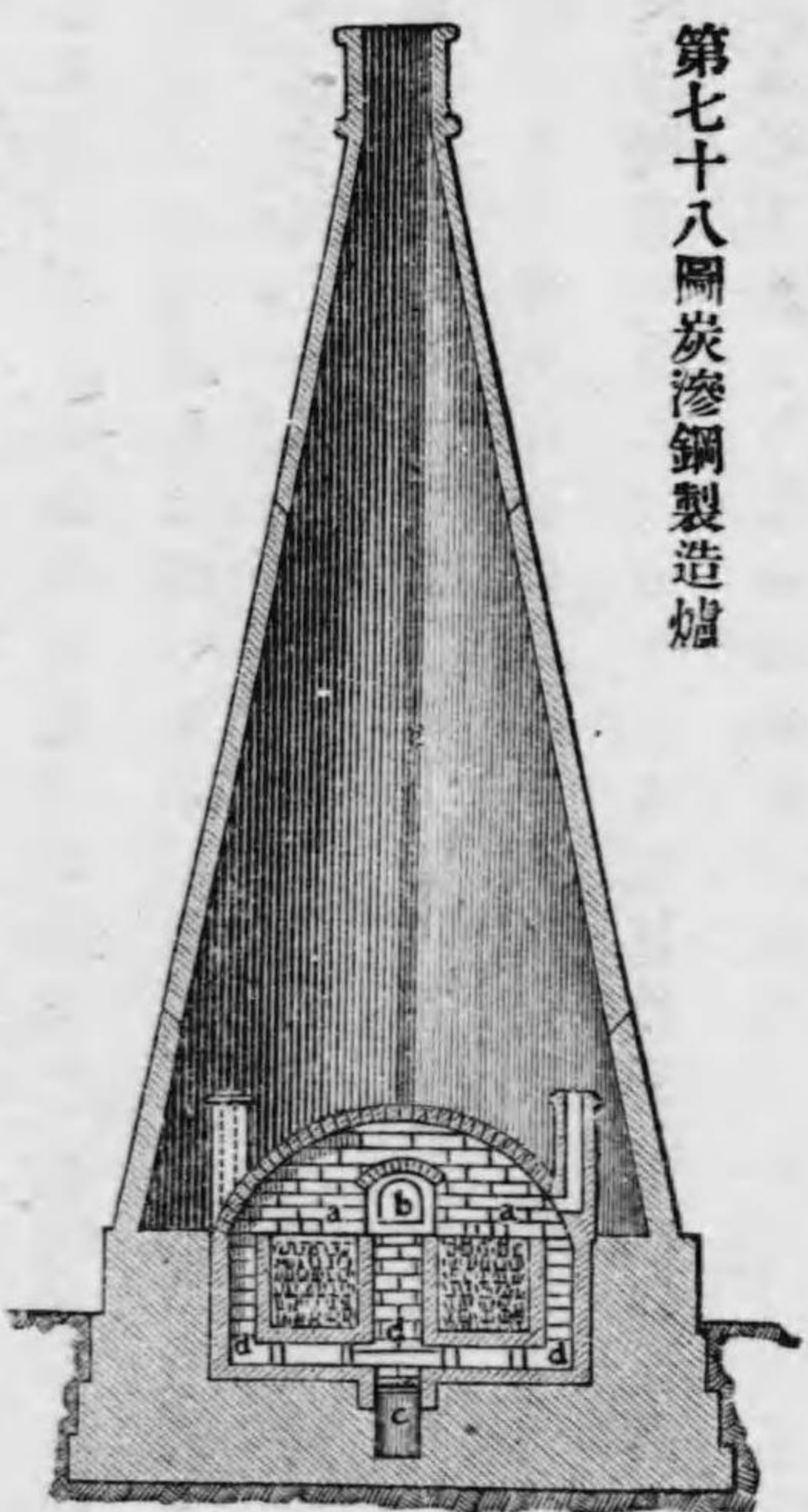
是は可鍛鐵の内、炭素の少ないものを、與炭劑にて包みて、高温度に熱する。而して固體の儘で、之に炭素を浸滲せしめ、之を硬き鋼に變するのである。其の應用すべき途は、或は鐵で色々のものを作りて置き、其一部のみを硬くす

る、或は刃物を作つて其刃部のみを硬くする、或は鍊鐵の全部を鋼に變じ、之を鍛鍊して使用することもある。併し此等の如き直接の用途に供するよりは、寧ろ之を原料として坩堝鋼を造ることが多いのである。(第百五十六頁參照) 一度述べた様に元來坩堝鋼には、最も純良なる材料を選択するのである。瑞典製の木炭銑鐵を、火窪で精製して木炭鐵を造りて、尙之を此方法に處して、所謂炭滲鋼を造つて居る。與炭劑は堅き木炭を用ゐる、其粒を五分位にする、一度使用したものは其與炭力が減少する、是は木炭中の炭素が少なくなり、而して灰分が増加した爲である。普通、新木炭二と、舊木炭一とを混加して使用する。今第七十八圖に示す通りの構造を有する爐の中、下の下に、石材で作つた大きな箱があつて、其内に、より持ち運びて帶形の鍊鐵と、小塊の木炭とを填充する。今、なる火床にて石炭を焚き、其火焔がdを通じて、此箱を前後三週間も熱する、其間で少なくとも七日乃至十一日間攝氏九百度以上にする。其際炭素は木炭より、段々鐵中に入るのである。其の冷却後之を取り出して、一つ一つ其断面を檢視して炭素の多少を定め、坩

坩鋼の原料にする。最も盛に此法を行つて居るのは、英國セップールド市であ

表面焼入法

第七十八圖炭滲鋼製造爐



其表面のみを硬くする。而して其の利する處を擧ぐれば、琢磨がきゝて光澤が能くなり、又磨減を減する様になることである。之を行ふには、稍々仕上げた品物を採りて、鑄鐵箱に入れる、而して木炭、骨炭、古革屑の炭、其粒を均一にして塵状のものを避ける、又黄色血滴鹽などにて、其周圍を包む、而して能く箱を密閉する。今之を攝氏九百五十度乃至千度に熱すること三乃至八時間にて、直に鑄鐵箱中より、鋼を水中に落とし込み、全部を焼入する。炭滲の深さは八分

同じ様な原理から、表面焼入法と云ふことがある。是は自轉車の軸、又は近來自働車の種々の部分などを、軟鋼を用ゐて製造し、之を表面焼入法にかけて唯

ハーヴェー式

の一寸迄に達し、其最も多量の炭素を有する部分は、其量一%に達する。甲鐵飯を仕上げるに、ハーヴェー式と云ふものがある、是も同じ理に據る。即ちニッケル及クロムを含む軟鋼にて、飯を造つて置き、其外側に相當する表面を硬くする爲め、炭滲法を行ふのである。二枚の飯を重ね合せて、其間に木炭塊、又は瓦斯を入れて熱すると、其表面以下二吋位の厚みに、炭素が一%以上も入る、而して其部分は硬鋼と成る。併し其の反對の表面は以前の軟鋼のまゝである。今甲鐵飯の全部を赤熱して、水中に急冷する。即ち之を焼入して、仕上げするのである。

小原王の鉄の性質
鉄の性質
二五八

◎第六編 鐵の性質及其試驗法

以上編を逐つて述べた通り、種々の方法で、鐵材を得る次第であるが、之を工業上使用する場合には、其鐵材の有する性質の如何を、豫め十分心得て置ねばならぬ。今此等工業上必要なる性質及試驗法につき、以下順を逐ふて説明する。

第一章 銑鐵の性質

銑鐵は屢々述べし如く、多量の炭素を含むものである。從て之を純粹なる鐵に比して、其性質上大なる相違のあるを認むる。銑鐵中に黒鉛炭素の有無は、其性質の如何に關し、最も重要なる關係を持つのである。(第百九頁參照)

第一節 比重、鎔融點及流動性

比重 炭素を有する爲め、鐵類は夫れ丈膨張する。殊に黒鉛が発生すると、其度益々甚し。即ち純粹の鐵は比重七八四に達して居り、白銑鐵は七六〇であ

銑鐵の性質

銑鐵の比重

銑鐵の鎔融點

銑鐵の流動性

るに係らず、鼠銑鐵になると比重は僅に七〇に過ぎないのである。

鎔融點 鐵の鎔融點は、鐵に他の元素が入ると下降する。銑鐵の如き多量の他元素を含むものは、之を鋼、鐵等に比すると鎔け易いものである。諸元素の内、硅素、滿俺、磷素も鎔融點を下げるが、最も影響の著きものは炭素である。

併し其内でも結合炭素は、最も働きが強いが、黒鉛になると左程でない、即ち鼠銑鐵は攝氏千二百度で鎔融するに、白銑鐵は既に攝氏千百度で鎔ける。其他硅素、滿俺を最も多量に有する合金銑になると、却て其鎔融點が上るのである。

流動性 鎔融點に次ぎて、鑄造法に大切なるは鎔融状態に於ける銑鐵の流れ、工合、俗に湯足と稱するものである。流れ易きもの程、鑄物にした場合に都合がよい、複雑な形や、細微な形狀を與ふることが出来る。是は該銑鐵の現に有する温度の高低に依るけれど、最も大切なるは、其の含有する化學成分に關係することが深い。滿俺、硅素の多きものは流れ易い、其他に磷素は此湯足を良くすることが最も強い。之に反して硫黄は湯足を悪しくする、從て鑄物を堅緻にしない。此等の關係から鑄物の原料として、強力な點から論ずると、其害

あるに係らず、場合に應じて、燐分の〇・五乃至一・二%存在する銑鐵を用ゐて鑄物を造り、之に反して同目的に對して、殊に硫黄のあるものを嫌惡する。

第二節 銑鐵中の瓦斯

銑鐵中の瓦斯

瓦斯は鑄物中に氣泡を生じて、不健全なる製品を得る基となる。此問題は鑄物工場に對しては、大切なることである。銑鐵を製造する熔鑪の内や、又之を再熔する熔銑爐内に於ては、水素、一酸化炭素、又は窒素等が、多量に存在するものである。熔銑鐵は此等の瓦斯を吸収する、併し其量は爐内の溫度、壓力又は銑鐵自身の化學成分に據り變ずるものである。滿俺の多いものは、澤山の瓦斯を吸収すると云ふことである。或は此等の銑鐵内部に於て、瓦斯自身が構成せらるゝ場合もある。之を要するに熔銑せし銑鐵は、可なり多量の種々なる瓦斯を含んで居ることは、確かである。然るに此のものが爐外に出で、其溫度と壓力下つて、從て瓦斯を吸収する力が弱くなると、銑鐵は盛に一部の瓦斯を其中より吐き出す。今此等熔

鑄融銑鐵
より
の
瓦
斯

融銑鐵面より發生する瓦斯を採りて、分析せしに左の結果を得た。(瓦斯容量百分率)

品名	化學成分	一酸化炭素	水素	窒素	炭酸
鼠銑鐵	炭素三・六九% 硅素一・六八% 滿俺一・九三%	三七・三	五八・三	〇・五	三・九
鏡鐵	炭素四・一八% 硅素〇・二五% 滿俺七・三七%	四八・七	四九・五	〇・五	一・三
トーマス銑鐵	炭素三・一〇% 硅素〇・二〇% 滿俺〇・七四% 燐三・〇二%	三九・六	四六・八	一〇・〇	三・六

即ち瓦斯中で、最重要なるものは、水素であることが知れる。彼の鑄物工場に於て、鑄型に熔銑鐵を注入して、手早く點火しないと、發生瓦斯の爲め爆發をなし、鑄型を破損し危險を招くことあるは、全く此等の瓦斯の爲である。

斯く熔融中一部分の瓦斯は、不絶發生し去りつゝあるも、他の一部は尙凝結後の銑鐵に殘留する。其量も其銑鐵の性質に據るのである。凝結する前に、べとべと半流動状態となる氣味のある、白銑鐵の如きは、此瓦斯發生時代に盛に火花を飛散する。

斯くして、固體銑鐵に殘留する瓦斯は、其形ち極めて微なるものより、可なり大きな氣泡を造りて存在する。而して緻密ならざる鑄物を得る次第であつて、從て之に害を與ふるものである。今銑鐵を採り水銀又は水中にて穿孔し、此氣泡中に含蓄せらるゝ瓦斯を採集して、分析して左の結果を得た。(瓦斯容量百分率)

品名	水素室	素一酸化炭素
英國赤鐵鑛銑鐵 滿俺少し	五二・二	四四・〇
獨逸銑鐵 滿俺多し	六二・二	三五・五
		二・八

即ち水素が最重要なる瓦斯であることが知れる。

第三節 收縮度

鎔融せる銑鐵が先づ凝結する瞬間には、稍々膨張するものである。是は恰も水が水上に浮ぶと同じ様に、殆んど鎔融點に近く熱せる銑鐵片は、鎔融銑鐵上

に浮泛する。併し一旦凝結したものが、常溫度迄冷却する間には、著しく收縮するものである。從て全體を通じて觀ると、鎔融銑鐵が常溫固體のものに移變する爲めには、夥しく收縮する。其の大きさを表示する爲め、普通直線上變じた丈の量を用ゐる。即ち元の長さに對して、何分の一收縮したと稱する、而して此度を收縮率と唱へる。是は鑄物を造る場合に於て、大切なる性質の一である。即ち收縮率なるものは、鑄型の大きさと、夫に銑鐵を注いで出來上つた鑄物の大きとの差を表示することになる。從て豫め之を十分心得て置き、夫丈加減せねばならぬ、又收縮率の大きい場合には、種々鑄造法に困難を招くものである。即ち鑄物の内部に應力を生ずる、其は鑄物が鎔融狀態より先づ凝結し、後冷却する際には、其全部に涉りて局部々々其緩急の度區々である、其上鑄型内に於て鑄物は自由に收縮することが出來ない。一般に云ふ時は、外部に當る局部や肉薄き部は、速に收縮するに反し、内部又は肉厚き部分は、遅く冷却し收縮する。是が爲め鑄物が弱くなるし、其の烈しき場合には、其内に割目を生ずるに

至るものである。彼の車輪を鑄た場合に、其車の輻が曲つたり、又平な飯を鑄た場合に、其面に凹凸が出来るのは、皆此等の關係から來るのである。次に述べべきは、丁度鋼鑄塊を造ると同じ様に、鑄物の内部に收縮管を形成することである。鑄融銑鐵が最後迄、殘留した局部に虚孔が出来、是は大なる汽笛壓延輾子等を鑄造した場合に、屢々起る問題である。銑鐵の種類にて如何なるものが、如何な程度に收縮するかと云ふに、種々の情況に據りて變する次第である。

其の冷却する度の遅速、又は鑄融銑鐵の現に有する、温度の高低に關係する上に、亦其の有する化學成分に準據するものである。

銑鐵中の黒鉛は、最も大切なる影響を與ふるものである。此のものが銑鐵中に發生するは、其の凝結する瞬間、又は其後暫時の間である。而して是が新に銑鐵中に發生する爲め、夫丈銑鐵は暫時著しく膨張する、從て全體に觀て常温度迄冷却した鑄物の收縮率が少ないことになる。彼の白銑鐵に黒鉛がない爲め、其鑄造法は普通に行ふ鼠銑鐵の其に比し、大に困難である。

銑鐵中磷分を有するものは、其の凝結點より漸次冷却するに際し、更に攝氏九百五十度附近に於て亦暫時膨張する、從て其收縮率が少ない。此事實が極めて緻密なる鑄物を造る場合に、殊更に磷分を多くする理由になる。

硅素は銑鐵中に黒鉛を發生せしむる理由より、間接に收縮率を減ずるものである、併し之に反し直接には之を増す傾きがある。滿俺分は黒鉛發生を妨ぐる爲め間接上、又直接上共に銑鐵の收縮率を増加する。

以上述べた次第で收縮率の多少は、決して一概に論ずることが出来ない。例を擧げて之を示さんに、黒鉛三・五%を有する銑鐵は、僅に其率百三十五分の一に過ぎないけれど、黒鉛を有さない白銑鐵になると、五十八分の一に達する。普通に鑄造法に使用する銑鐵につきては、九十六分の一を採用して居る。

第四節 硬度

銑鐵を用ゐて鑄物を造つた後に、之を鍛盤にかけ仕上をする必要がある、從て鼠銑鐵の如き柔軟なるものが鑄物によろしい。併し時により鑛石を碎く輾

子、又車輪の表面には白銑鐵の如き、硬きものを選用することもある。純粹の鐵は最も軟かきもので、他の元素が入ると、何れも其硬度を増加する。硅素、磷等の影響の度は少なく、滿俺になると稍多けれど、炭素の働き最も大切である。前に述べた通り、鐵中の炭素に種々の區別がある、其内で可淬炭素は最も鐵の硬度を増すもので、彼の焼入れ鋼の硬き一つの理由である。銑鐵に於て此のものは、餘り澤山ないものである。炭化炭素は之に次で硬度を増すことが多い、即ち白銑鐵中の炭素は大部分、此種類に屬するものであるから、白銑鐵は極めて硬し、到底鏽にて削り取らるゝこと出來ず、而して磨滅等に對して長く抵抗し得るものである。黒鉛炭素はそれ自身軟きものである、其上に他の種類の炭素を減する爲めに、間接に銑鐵の硬度を減する。鼠銑鐵中の炭素は、主に黒鉛である、従て軟で之を鑄物に用ゐて、十分仕上をすることが出来る。是が鼠銑鐵を専ら鑄物工場に用ゐる原因の一つである。

第五節 強力及靱性

一般の地金に於ける如く、銑鐵の強力は銑鐵自身の組織と、其の有する化學成分の如何に關係する。即ち餘り粗き鐵粒を有するものは、却て力弱く且つ脆きものである。之に反して其組織微細なるものは、強く且つ靱性を有する。彼の銑鐵鑄物に於て發生黒鉛を、出來る丈け細くして、微粒を得る様にする理由は此點にある。純粹なる鐵は、適度の強力と、最も大なる靱性を有するものである。他の元素が入ると、一層強さを増す、併し一定の限界があるので、之を超過して多量を有するものは、却て其強さ減する。然るに靱性の方は、諸元素の増加と共に、際限なく減少する、即ち脆くなるのである。今諸種の元素につき其影響を述べる、炭素の内、結合炭素は、最も影響することが著し、鐵の強力を増し得る極量が、其の1%である。白銑鐵は著しく此極量を超過して炭素を有するから、之を可鍛鐵に比すると、弱くて脆いものである。然るに鼠銑鐵に存在する黒鉛炭素自身は、甚だ軟弱なるものなるが、此のものがあると、鐵中の結合炭素が夫丈少なくなる。即ち白銑鐵に於ける如く、結合炭素が多きに失して其害あると

云ふことが鼠銑鐵にない。従て多量の黒鉛を有する鼠銑鐵自身の實質は、丁度鋼の如く強且つ韌なる地金を、軟且弱なる黒鉛の薄板にて切斷せる如きものである。第七十九圖は釜石鼠銑鐵の組織を、二百倍大に示すものであるが、之を観ると鼠銑鐵は其の黒く現る、Gなる黒鉛の板と、薄く出て居る鋼の如き地金と、混在せるものであることを知ることが出来る。

故に實際鑄物工場に於て、最も強且つ韌なる鑄物を造るには、其鼠銑鐵に、結合

第七十九圖 釜石鼠銑鐵 (二百倍)



炭素が〇・四乃至〇・七%残留する様に加減して黒鉛が出て居る。然も其發生の有様は、前に述べた様に、可及的に微且つ細になるものを適當とするのである。即ち此等の事實が鑄物の大小形狀に應じて、其硅素の多少や、高熱より冷却する工合にて鐵中黒鉛の量及其發生の有様を加減する理由の第一である。

他の元素の内、硅素は結合炭素と同じ様で、其鐵の強力を増し得る極量は四%

であるが、其の及ぼす影響の度、遙に少ない、唯々前述せし通り、黒鉛の發生如何につき、寧ろ大切なる關係がある。(第百十一頁参照)

滿俺の極量は一五%である。磷素は此極量極めて低きもので、普通の銑鐵には既に之を超過するのである。従て磷分の爲めに、銑鐵は弱くて脆きものになる、是れ強力且つ韌性あるを要する場合、即ち鑄鐵柱、暖爐壁の鑄物には、磷分の殊に少ないものを選ぶ理由である。併し磷があると、鎔融銑鐵の流動性がよく、又收縮の度が少ないから、磷分の多きを勉めて用ゐる場合もある。

硫黃、銅、砒素、安質母尼等は銑鐵に影響を及ぼすこと少なく、論するに足らない。夫で實際の鑄物なる鼠銑鐵に、どの位の強力があるかと云ふに、種々ある其の内、抗壓力は大凡一平方呎に七十斤である。又此價は試片の形狀に據りて増減する。今二十五五耗の立方形を採りて試み、其力八十五三斤ありし材料を二百四耗の高さにして壓せしに、僅に三十七八斤を有するに過ぎなかつた。又碎陸する際に收縮する度も、立方形の試片なれば、原高の十%なりしものが、他の試片にて高さを太さの百倍以上にせしものは、僅に〇・三乃至〇・五%と云

ふ結果を得た。

抗張力は鑄造せしまゝの試片にて、一平方耗につき十二斤、又外皮表面を削り取りしもの同十五斤である。抗折力は鑄造せしまゝにて、一平方耗につき二十斤、外皮を削取せば一割此價を増し得る。此の際には其試験棒の形状のみならず、壓力を加ふる側の如何によりて變ずるものである。同じ材料で色々なものを採りて得た試験の結果に據るに、工形棒の上下に壓力の加はる場合よりか、角形棒の稜角に加はる場合は、二倍弱の力に堪ゆる。

此鉄鐵の靱性を見る爲めに、破損する際の試験棒の曲り量(普通一米の長さにつき、十五乃至二十耗とす)或は撃衝を加へて、其の堪え得る仕事の多少にて、試験することもある。

第二章 可鍛鐵(鍊鐵、鍊鋼、軟鋼、硬鋼)の性質

可鍛鐵を製造する方法も種々あり、從て其の造つたもの、性質にも種々様々の相違がある。今之を一括して、種々の性質につき述ぶる。

鉄鐵の抗張力

可鍛鐵の性質

第一節 組織

總て鐵材の組織は、其の有する他の性質と、重大の關係があるものである。從て古來其組織を檢查して、他の諸性質を判斷した、即ち其鐵を試験する一方法に供した。

此組織を見るに色々な方法があるが、重に其鐵材を急劇に打ち折りて、其破面を見て判斷するのと、又他の方法は、鐵を平滑に琢磨して、顯微鏡下に檢查するのである。第一法にては鐵材は、其薄弱面に沿ふて折れる理であるから、其の折れ易い部分を明にし、之を眼に映せしむることになる。第二の方法は鐵材中の何れの方面にも關せず、思ふ様に之を切斷して、其の有する組織を檢查することが出来る。近頃組織につきての研究は、著しく進歩して來た。殊に顯微鏡を應用し、益々組織上より推論して、其鐵材の有する性質の良否、又は豫め享けたる作業法の如何を知ることが出来る、而して別に金屬組織學と云ふ専門の學問が出来た位である。

可鍛鐵の組織

組織を檢查する二方法

此等二方法で、各々同一材料を検査し、其の得た結果を比較すると、大概ね相互に一致するのである。併し稀には途方もない異なつたことになる。是は前に述べた様に、打ち折る方法にては、材料は其薄弱面に沿ふて折れる。又其結果は打ち折る場合に由り相違することもある。從て眞に組織の大小、又其状態如何を示さない場合が稀に來る爲めである。勿論此場合には、顯微鏡検査に從はねばならぬ。併し顯微鏡には、特別の装置を要するから手數である。從て普通には輕便に打ち折る方法を使つて居る。茲には顯微鏡検査等には、深く立ち入らないで、簡單に組織の如何につき述ぶるのである。

鍊鐵にて其の含有する炭素、磷分の少ないものを採りて折れば、纖維狀を示すものである。而して其の打ち折る時の工合に據り、纖維状態が色々違つて出ることがある。併し一般に鍊鐵を試験する場合、完全に纖維狀を示すものは、炭素も磷をも含むことが少ない、極めて良質で、而して韌性の多いものであると云ふことがわかる。此纖維組織の現出することは、其含有鐵滓分に由來する。同じ鍊鐵でも一層炭素の多きもので、鐵鎖などに用ゐるものは、其破面が

化學成分
の關係

細粒より成つて居る。

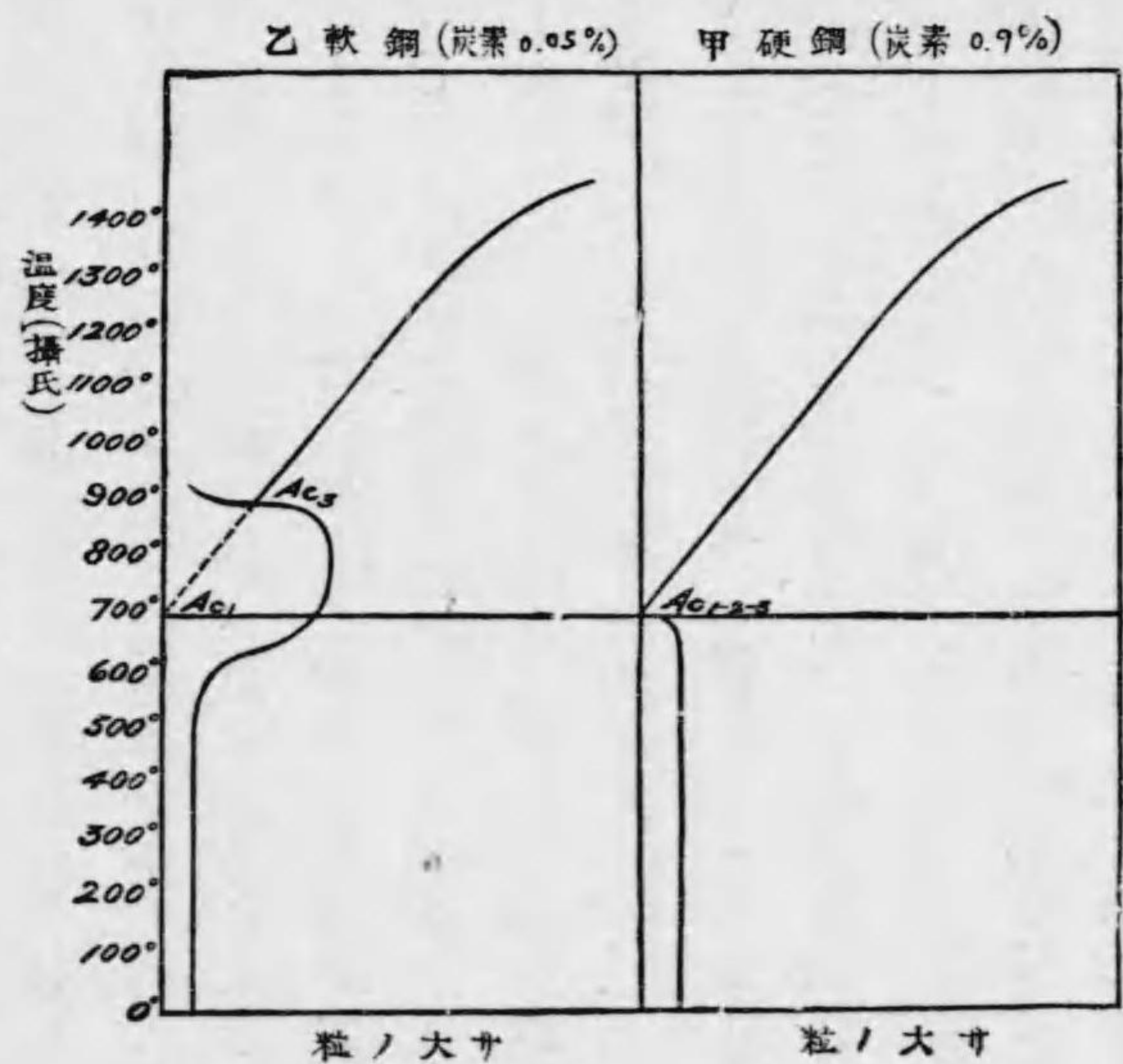
鋼は一般に粒狀組織を有するものである。而して其粒の大小、色合等は鋼の有する化學成分と、其の豫め享けた熱度の關係との、兩方から違つて來る。先づ炭素やクローム、タングステン等を多量に含む鋼は、益々小粒を呈する。又反對に磷を多く有する鋼の粒は、青味勝ちに大きいのである。

次に鐵を種々の溫度に熱して、冷却する場合、其溫度の高低と、熱した時間の長短及び冷却する度の遅速で、粒の大きさが違ふこと夥い。其の熱した時間が長く、又冷却する度が徐々であると、鋼は一般に粗粒である。併し一層確然たる相違を來すものは、溫度の高低である。

炭素の比較的多い種類、即ち硬鋼になると、第八十圖甲に示す如く、之を攝氏七百度に熱すれば、其粒最小となり、此溫度を越えて熱する時は、溫度の昇ると共に、益々粒が粗くなる。又炭素の少なきもの、即ち軟鋼になると、第八十圖乙に示す如く、攝氏六百度前後に長時間保持すると粗粒になり、其後段々溫度を高めて七百度乃至八百度に達すれば、粒の發達益々著しい。併し攝氏九百度に於

加熱度の
關係

第十八圖 加熱溫度と粒の大きさの關係



なものを、壓延機にて仕上げするに、其溫度が低ければ微粒を得るが、仕上げの溫度が高いと粗粒になるは此理である。

二七四
ては粒は碎けて細くなる。又九百度以上になると、溫度の昇ると共に粒は益々大きく發達する。即ち九百度は軟鋼の粒が最小に成ると云ふ點である。鋼を鍛錬(即ち鎚打ち、壓延等)すれば、粒は小さくなるものである。硬鋼は其時の溫度が七百度以上なれば、其内で低い時程、益々其粒が小さい。軌條鋼の様

總て此等の作業を経た鋼の内、最も粒の小さいものは、其性質が最も良好なるものである。即ち丈夫で脆くないのである。此理を應用したものが、ゲネダイ、モリソン式の軌條鋼仕上げ法である。(第三百十頁参照)
尚ほ同じ鋼でも高溫度より急に冷却する、即ち焼入すると、其粒が最も小さくなる。併し其溫度が徒に度を越えて高くなると、唯に其鋼粒が粗くなるのみである。而して最小粒を與へ得べき溫度が、其鋼に對する最も適當なる焼入溫度である。又鋼の有する化學成分に關係して、此の適當なる溫度も上下するし、別々の鋼につき、云ふ時は、各自の粒が最小となつた場合、其粒の大きさが異なるものである。其内炭素が最も大切なる關係を與ふるものであつて、炭素の多き鋼は、其の適當なる溫度にて焼入すれば、最微粒を得て殆んど肉眼にて、其粒を認むることが出来ない位である。其上多量のタングステンやクロムをもつて居る鋼であると、極度なる微粒を得るのである。
日常鋼材を取扱ふ工場にて應用して居る方法に、鋼の有する化學成分や、又其鋼の性質を速知する一手段として、其破面を視ることがある。然るに前述の

如く破面の粒の大小は、其鋼の化學成分の如何に關するのみならず、種々加熱又は冷却の程度に據りて異つて居る。今此等の煩雜なる關係を出来る丈簡略にする爲め、試験すべき鋼材を、何れも赤熱温度より水中に焼入する。即ち鋼材の処理法を一様にして居る、而して之を打ち折りて、其粒を檢視する。斯く十分注意し、其上に不絶、同一種類の鋼材を檢查する場合には、其粒の大小で、略ぼ其含有炭素量の〇・〇一%の相違を、發見することが出来る。

第二節 可鍛性及靱性

可鍛鐵は、之を鍛鍊し得べきものである。此性質も亦二様の關係から異なつて来る。一は其鐵材の有する化學成分の如何、二は其鐵材の享くる温度に據りて變ずる。

一、化學成分の關係

極めて純粹なる鐵は、最も鍛鍊し易きものであるが、吾人の使用するものは、何れも他元素を持つて居る。而して此等の諸元素は、何れも鐵の可鍛性を害す

可鍛鐵の
可鍛性

化學成分
の關係

炭素の影
響

鋼の影響
常溫脆性

るものである。併し其程度が、元素の種類に據りて色々である。其内炭素は、稍々著しき影響を持つて居る。即ち炭素二六%以上を有するものは、最早可鍛性のないもので、所謂銑鐵に屬すべきものである。硅素、クローム、ニッケル、又タングステン等も、其程度が炭素程著しくないけれど、同様に鐵の可鍛性を減ずる。従て此等の元素を最も多量に有するもの、即ち合金鋼は、其可鍛性尠ない、之を鍛鍊するに頗る注意を要する。甲鐵飯の地金なるニッケル、クローム鋼や、又高速度工具鋼の地金なるタングステン、クローム鋼は、此例である。

諸元素の内、最も顯著なる影響を及ぼし、直に其害を與ふるものは、蓋し磷と硫黄である。磷が〇・一%以上あると、其鋼は既に常温度に於て脆いのである。即ち常溫脆性を以て居る、之を使用するに堪へない、間々破損を招く恐れがある。而して此磷分の害は、炭素の多き種類、即ち硬鋼の場合、殊に之を焼入せるものに對して、其度最も甚しい。此點が工具とか、又は甲鐵飯の如き焼入して、之を使用するものに於て、磷を最も忌み嫌ふ理由である。従て最も重要なる物になると、其含有磷分を〇・〇二%以下に限つて居る。彼の日本刀の、古來優

秀であるてふ其原因の一は、全く此の含有燐分の極めて少ないことに基く。併し軟鋼に對しては燐の害稍尠ない、即ち燐分が〇・一％に達して、始めて其害が表るゝ。殊に鍊鐵になると、大概ね其含有炭素は少ないし、又同時に鐵滓があつて、之に燐が集注して居る次第であるから、其燐分〇・四％位のものをも使用し得る。又一つ言つて置かねばならぬは、燐が多量に存在する爲め常溫度に於て脆き地金でも、之を赤熱にした場合には、十分鍛鍊し得ることである。

硫黄の影
赤熱脆性
滿俺の影

硫黄は赤熱溫度に於て、鐵に脆性を伴ふものである、所謂赤熱脆性を與ふ。普通鐵材は之を熱した上に、之に種々の作業をする、從て此硫黄の害は、最も恐るべきものである。此のものがあると、鍛鍊する際に地金中に割目を生ずる、而して地金は廢品となる。硫黄の此害に對しては、滿俺の力を述べねばならぬ、鐵材中に同時に滿俺があると、硫黄の害を減殺することが出来る。之を例せば、鍊鐵は普通滿俺を含むこと少ないから、其に硫黄が〇・〇四％あつても、赤熱脆性を伴ふものである。併し鋼になると前に述べた様に、必ず多少の滿俺を加入するものである。今〇・六％の滿俺あるものとせば、〇・〇八％の硫黄があ

酸素の影

窒素の影

水素其他の影

つても、敢て脆性を伴ない、即ち赤熱狀態に於て能く之を鍛鍊することが出来る。又硫黄の害は常溫度に於て、左程恐るゝに足らない、即ち赤熱に於ては脆い鐵材でも、常溫度に於ては可なり、之を鍛へ得る場合がある。

鋼中酸素は、亦之に赤熱脆性を與ふるものである。鋼を造る時に、此のものは大氣中又は燃燒瓦斯中より、酸素其他を吸收する。最後の作業に於て、之を除く爲めに、滿俺其他を熔融鋼中に加ふるものである。併し其作用が不十分にして、鋼中に酸素を残すことになる、鋼は忽ち、其害を蒙る。即ち〇・一％の酸素を含む鋼は、赤熱に於て之を鍛鍊することが出来ない。

鐵中に含有せらるゝ窒素の害に就き、近來其研究が進んだ。即ち窒素〇・〇二％以上を含有するものは、丁度燐を含むものと同じ様に、常溫度に於て脆きものと成る。彼の同じ鋼の内でも、ペセマー鋼はシーメンズ、マルチン鋼に比して、脆いことが屢々ある、是は全く窒素の影響に基くものと説明する。

鐵中に水素の含有量〇・〇〇二％に達する時には、其鐵は脆くなる。又他の銅砒素、錫、安質母尼などは、鐵の性を脆弱ならしむるものと信せられていたが、近

來其害の左程にないと云ふことが明になつた。併し出来る丈此等の諸元素は之を避けねばならぬものである。一々につきては少量でも其を總計した量が多い場合間々不測の危害を醸すことがある。

鍊鐵に於て其を仕上ることが不注意であると、澤山の鐵滓が残つて居る。殊に其鐵滓の性が鹽基性で、熔融し難きものである場合には、此のものが鍊鐵の間に残留して、其可鍛性を害する。殊に薄き板などに壓延された場合に、其表面が粗雜になり不整形になる原因となる。

二、加熱度の關係

次に可鍛性が熱度に關係して、如何に變するかを見るに、之も亦其鐵の化學成分に關聯するのである。總て鐵は常溫度に於ても可なり可鍛性を有するが、一度之を赤熱以上に熱する時は、一層容易に之を鍛鍊することが出来る。從て殆んど總ての場合に、高溫度に於て鐵を作業する。

今鐵を常溫度より段々熱して、攝氏三百度附近に達すれば、總ての鐵は脆いのである。丁度此溫度は鋼を焼戻しする場合に見る如く、其鋼の表面の色が青

加熱度の關係

青熱脆性

色になる溫度であるから、此性質のことを青熱脆性と稱して居る。若し此翠に鐵を鍛鍊すると割目を生ずる時に依ると殆んど肉眼にて之を識別するところが出来ない程度のもので生ずる。其微疵痕が後に大危害を醸す原因となつた例が多いから、注意を要する。

汽罐の材料なる鋼板を曲げたりする場合に、赤熱溫度にて之を仕上ぐべきものを、其溫度が下つて此青熱なる危険溫度になつたにも係らず、其鍛鍊作業を繼續する時は、往々其の曲り角に微細なる割目を生ずる。從て後に汽罐破裂の原因となることがある。寒心せざるべからざる次第である。又現場鉸釘を打込む場合にも、同様なる理由にて之を害することがある注意を要する。

鐵は熱間に於て可鍛性が多くなつて、鍛鍊し易いと云ふたが、其鐵に固有の適當なる鍛鍊溫度がある。無暗に之を越して熱する時は、却て鐵の性を害する。即ち前に組織の時に述べた通り、過度に熱せられたるものは、其粒過大となる。斯く粗粒状態のものを鍛鍊すると、其鐵材は崩壊するのである。此の事につきては近來頗る研究された、其結果に據ると、其原因は鐵中一部の成分が、半ば

燒過ぎ地

鍛鍊溫度

熔融する爲である。鐵中に炭素其他の元素の少ないもの程、其害を蒙ることが尠ない、即ち鍊鐵は白熱に堪ふるが、軟鋼になると炭素其他の元素が鍊鐵より多いから、其鍛鍊溫度を多少低くせねばならないし、又硬鋼(炭素含有量〇.六%乃至〇.九%)になると黄熱を最高度とせねばならない、又至硬鋼なれば、鍛鍊溫度を淡紅熱に留めねばならぬ。

斯く過度に熱した鐵は、唯々此等の溫度に於て、之を鍛鍊し能はざるのみならず、之を放冷しても、前に組織の時に述べた様に粒が粗大に發達して、韌性即ちネバリを失ひ、脆いものである。此等焼過ぎの害を享けたものを、軟鋼なれば攝氏九百度にて焼鈍するし、又硬鋼なれば攝氏七百度附近にて焼鈍する、又は一層有効なる救済策は、此等の溫度にて鍛鍊するのである。斯くすれば殆んど其脆性を除去して、舊來の性質を回復することが出来る。

鐵を適當なる鍛鍊溫度に熱したとするも、盛なる酸化作用に餘り長く曝露して置けば、鐵中の一部の炭素等が燃えて其性質を害する。是は反射爐や又鍛工爐(火窪内)に於て、長く火焰に鐵を曝した場合に起る。殊に前記の過熱作用を起すべき最高溫度にて、酸化作用を蒙つたものは、其内の炭素、滿俺、硅素等が

燃燒する爲め、其地金は全然脆弱となる。此等は燃燒地金と稱すべきもので、最早廢物であつて、他に利用することが出来ない、唯鋼を鑄製する原料となる許りである。此等の害は硬鋼に於て最も起り易いものであるから、工具鋼などを取扱ふ工場には、總じて之を熱するに、最も注意を要する。

尙、軟鋼を攝氏七百度附近に於て、過度に長時間熱した爲め、其粒粗大となり、其質脆くなる。是は軟鋼薄板などに見る例である、併し之を攝氏九百度に焼鈍する時は、元の良性質を回復することが出来る。

第三節 鍛接性

鍛接と云ふは、二つの鐵片を繼ぎ合せることである。多くの場合に此性を利用して、種々の打物を造つて居る。彼の鐵鎖などは専ら、之を應用したものである。

一、化學成分の關係

純粹なる鐵は、最も鍛接し易きものである。今他の元素が入ると、其鍛接性が

減する。従て炭素の多き鋼や、又銑鐵には少しも此性能がないのである。併し種々の元素に據り、其影響する程度が異なつて居る。炭素一二%を含有する鋼は、最も注意して之を作業すれば、尙鍛接し得るのである。硅素につきては鋼を造る際に、其の内の酸化物、瓦斯等を除去する目的を以て、硅素鐵を加ふる時に残つたものが〇・二%あつても、其鋼は鍛接し難くなる。滿俺、其他のものも同じ様である。従て色々の元素を、澤山含む合金鋼を鍛接することは、最も困難である。

鍛中の鐵滓の關係

鍊鐵中の鐵滓は、鍛接性を増す。元來鐵を鍛接せんとせば、其の新しき面と面とが互に接觸する様にならねばならぬ。鐵を熱した場合に其面は極度に酸化し易いから此の事は最も困難である。併し鍊鐵中の鐵滓は、巧に鐵面を被護し其の酸化を防ぐ爲め、常に清淨なる面を與ふる効果がある。其他鍊鐵には滿俺、硅素の如き他元素が少くないから、鍊鐵は極めて鍛接し易きものである。従て色々の打ち物とか、鐵鎖鐵管などには、好んで此鍊鐵を用ゐる。

近來、極軟鋼殊に鹽基性鋼は鍊鐵の如く、鍛接し易いものであるから、其を鐵管

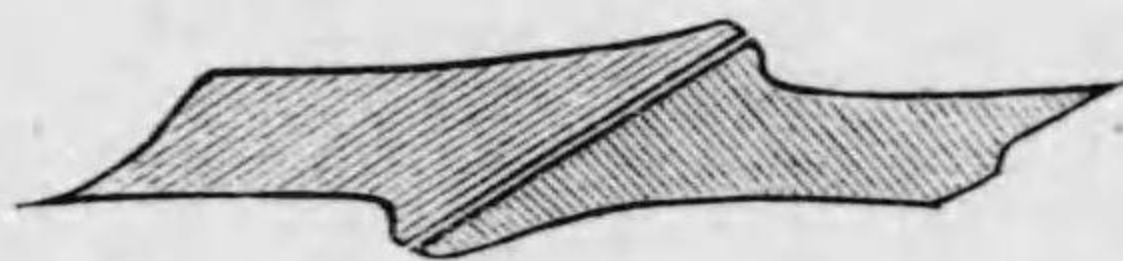
等に應用する次第である。

二、鍛接劑

鍛接劑

完全に鍛接を遂ぐる爲め、其鐵の接觸すべき面上の鐵肌を除去する方法がある。是は一種の媒熔劑を與へて、鐵肌の流動性を能くするものである。斯くして鍛接する場合に鐵を壓すると、鐵肌を容易に押し出す、而して清淨なる、鐵面を露はすことになる。

片接鍛圖一十八第



此媒熔劑を鍛接劑と稱する。軟鋼に對しては粘土又は砂を鋼面に振り懸けてよいのであるが、硬鋼の場合になると亞留加里、炭酸曹達、重晶石、硼砂、黃色血鹵鹽等を用ゐる。尙注意したきは鍛接の際には、鐵の溫度を十分高める、普通に鐵を焼き過ぐる位にするから、鍛接の後には十分之に鍛鍊を加へて、其部分の質を改良する必要のあることである。従て第八十一圖の通りに、豫め其部分を太くして置き、鍛鍊を加へ得る餘地を存する。尙此部分を焼鈍すると、其性質が一層良好になる。

第四節 硬度及可淬性

可鍛鐵の
硬度

硬度なるものは、可鍛鐵に最も大切なる性質の一つである。機械工場等にて種々の鐵、又は金屬類を削りて之を仕上ぐる。此の時に使用する工具は、硬度の高い鐵の一種である。殊に今日は非常に工具が、進歩を遂げた時代で、益々硬度と云ふことにつき研究せねばならぬ。

一、硬度計

硬度計

併し硬さには、一定の標準が無い。簡單に或る鐵を鏝にて削つて、是は硬い、是は軟かいは云ふも、其加減を能く判別するは困難である。夫々人々に據りて、又時々據りて其の感じが違ふし、今一層精密に此鐵は此鐵より何倍硬いとか軟かいか云ふことが困難である。元來物質の硬さと云ふことの定義につきても、既に種々の意見がある。従て今日は色々硬度を見る方法もあり、又其手段も區々である。

先づ鏝の先に金剛石を附け、而して此鏝に一定の重量を上げて、試料の上を引

化學成分
の關係

く。實際出來た條の幅を顯微鏡にて定め、其の太さに依つて硬度を見る方法がある。或は同じ鏝を一定の重量の下に廻して、試片面に一定の深を揉み込むに要する、其鏝の廻轉數で見える方法もある。又ショーア式とて、丸き鋼球を一定の高さより落して、其の彈ね返る高さで見える方法もある。又はブリネル式とて、十耗徑の鋼球を、三噸の重量にて試料面を壓して、出來た凹の大きさを定むる方法がある。

二、化學成分の關係

元來、鐵の硬度は、其の鐵の持つて居る成分と、其の鐵の享けた熱度の關係によりて變するものである。

二、化學成分の關係

硅素や、磷や、硫黄は何れも鐵の硬さを増すものであるが、其程度は記するに足らない。滿俺は其の増加するに伴ひ鐵の硬度を増す、其量八%位の時に極度に達し、其の以上は却て之を減する。併し二十五%に達せし鋼も、尙可なりの硬度を有して居る。彼のハッドヒールド滿俺鋼は十%内外の滿俺を有する。炭素は最も大切なる影響を有する、其量僅に〇・一%とするも稍々鐵を硬くす

る。ブリネル式硬度計にて測定せし結果に據れば、恰も各〇・一%の炭素含有量につき、約二割の硬度を増すことになる。炭素一・五%に達せしものは甚だ硬く、又白銑鐵の如きは最も硬いのである。又クローム、タングステンなども著しく鐵を硬くする。此等の事柄は鐵を赤熱より放冷し、比較的徐々に冷却せしものにつき、云ふのである。

三、焼入れ及焼戻しの關係

焼入れ、焼戻の關係

同じ化學成分を有する鐵でも、今之を赤熱以上の溫度より、水中に漬などして急冷する場合には、著しく其硬度を増すものである。此の急冷作業を焼入と稱する。或は堅淬又健淬と名づくる。而して斯くして其硬度を増し得る鐵は、可淬性を有するものと稱する。

炭素の影響

總ての鐵は悉く焼入の効果を認むるものであるが、此影響が著しくなる爲めには、鐵中に炭素其他の元素の存在を必要とする。此内炭素は最も大切なる働を有する。炭素の少なき鐵即ち鍊鐵又軟鋼は、之を焼入れしても殆んど其硬度の増加を認むることが出来ない。併し炭素が〇・五%以上に達する鋼に於

炭素の可淬性に及ぼす影響

鋼に焼入する理由

ては、此場合に著しく硬度を増すものである。即ち可淬性を有する、從て及物として應用出来る様になる。而して焼入の爲め、如何程硬さが増すと云ふ程度は、前述したブリネル氏の硬度計にて試験せる結果に據れば、〇・五乃至〇・八%の炭素含有量の時に、焼入の爲め鋼の硬度二・八倍になり、又其炭素〇・八乃至一・二%の鋼は同作業の爲めに、其硬さ二・四倍になると云ふことである。

元來焼入をすると、何故硬くなるかと云ふ理由は、之を二方面から説明して居る。度々前に述べた様に、鐵は高溫度に於て、硬き脆い γ 又は β 鐵となつて居る。之を徐々に冷却すれば、其途中で普通の鐵即ち α 鐵に變じて、軟靱のものとなるのである。然るに今高溫度より、鐵を焼入する爲め急冷すれば、 α 鐵に移る機會なく、 β 鐵又 γ 鐵の儘で冷却する、從て焼入鋼は硬いのである。今一は炭素の状態から云ふて居る。是は鐵中の炭素は、高溫度に於て可淬炭素として、鐵中に溶解して居る。其を徐々に冷却すると、炭化炭素に變ずるものであるが、今高溫度より急冷せるものは、可淬炭素のまゝで居るから、焼入鋼は硬い。又焼入したものは、硬いと同時に著しく脆いから、實際使用する上に於て不都

焼戻し、
一名反淬

鋼と鋼

二九〇

合である。従て之を再び二百度乃至三百度に熱する、此作業を焼戻し(一名反淬)と名づける。此場合には、前に鋼を急冷せし爲め、残留して居たβ鐵、γ鐵及び可淬炭素の幾分かを、α鐵や炭化炭素に變ずることになる。従て其硬度は幾分か減するが、脆性も減じて韌性を増すことになる。(第四頁参照)

焼戻しの温度、三百度に達せし鋼の硬度は、殆んど焼入しない元の鋼が有するものに戻る。之に反して二百度に焼戻せしものは、殆んど其効果がない、即ち焼入のまゝである。此の兩極端間に於て、焼戻温度の高低を適宜に加減すれば、目的に應じて鋼に必要な硬度と韌性とを持たすことが出来る。今焼入及び焼戻の際に、如何に鋼中の炭素が、其状態を變ずるかを示す爲め、左の表を擧げる。

工 具 鋼	炭化炭素	可 淬 炭 素	合 計
自然硬のもの	〇・七一	〇・二二	〇・九三
焼入せしもの	〇・三八	〇・六五	一・〇三

焼入後之を薄藍色に
焼戻せしもの

〇・六七

〇・二六

一・〇三

薄藍色即ち二百九十度位に、焼戻せし鋼の炭素は、殆んど元の鋼の其と同様の状態になつた。鋼に就きて、最も適當に焼入したものを、適當に焼戻して其鋼に固有なる、最も高き硬度と韌性とを與へるのが、理想なる作業法である。先づ之を遂行するには、焼入する際に、其温度を適當に加減せねばならぬ。即ち鋼の實質の硬軟に應じて調子を取る、之につきては、曩に組織につきて述ぶる時に論じたこともある。最も炭素多き鋼、即ち至硬鋼の如きものになると、攝氏七百度を越す少許にて焼入するし、炭素比較的少なき鋼(小刀の如き)になると、八百度以上で焼入する如きものである。此の適當なる温度を見る方法は、後に焼入試験法の項に述ぶることとする。(第三百五十二頁参照)

總て可鍛鐵を焼入する場合のみならず、又は之を鍛鍊し熱熔する際に、其の鐵の處せられて居る、温度の高低を知る必要がある。其の最も精密なるは、高熱計を用ゐることである。此高熱計も近來其構造が進歩して、簡單なる装置の

ものがある。最も一般の用に供せらるゝものは、ルシャトリエー式の高熱計である。併し普通に、日々行ふ作業法又は小仕掛にやる場合には、到底之を用ゐることを許さないものである。

即ち一般に行ふて居るのは、其鐵の有する色、即ち火色を視て其温度を判断する。是は十分なる經驗を積むと、可なりに的中するものである。併し鐵の火色は、温度の高低で變ずるのみならず、亦日光反射の工合に據り變ずるから、注意せねばならぬ。即ち朝と晝、又は同じ部屋でも、其の明い所と、暗い所とに據りて變ずるから、絶えず同一の條件の下で、火色を見る様にする。又常に暗き場所、取扱ふ様に、工夫すれば最も可いのである。

今茲に鐵の火色と、温度との關係を、最近に調査せしものにつき舉げん。(テローア氏とホワイト氏の明治三十三年に公表せし實驗)

高温度にて鐵の有する火色	温度	攝氏	華氏
微暗	暗紅色	Dark blood red, Black red	五三三 九九〇

高温度にて鐵の有する火色

暗紅色 (血紅色)	Dark red, Blood red, Low red	五六六	一、〇五〇
暗櫻實紅色 (暗小豆色)	Dark cherry red	六三五	一、一七五
濃櫻實紅色	Medium cherry red	六七七	一、二五〇
櫻實紅色	Cherry, Full red	七四六	一、三七五
淡櫻實紅色	Light cherry, Bright cherry, Light red	八四三	一、五五〇
鮭紅	Salmon, Orange, Free scaling heat	八九九	一、六五〇
淡鮭紅	Light salmon, Light Orange	九四一	一、七二五
黃	Yellow	九九六	一、八二五
淡黃	Light yellow	一、〇八〇	一、九七五
白	White	一、二〇四	二、二〇〇

鋼を焼入する際には、普通之を水中に漬けるのであるが、一層之を有効ならしめんには、酸水、食鹽水中に急冷する。又之に反して、其結果を緩徐ならしめんが爲めに、油、石鹼水を用ゐる。一般工具類の焼入には水を用ゐるが、其際に焼

き割れを生ずる程、複雑なる形状を有するもの、例令はフラキスなどには、油中焼入法を應用する。

焼戻作業に於て其の熱する温度が少しく上下する時は、前記せし如く忽ち其効果が變ずるものであるから、最も注意を要する。普通鋼面に生ずる反淬色を見て、其温度を判断する。即ち琢きたる鋼面を熱する時に、其表面に薄き酸化膜が生じて示す、種々の色を標準に採る。此膜は温度の昇るに従ひ、其色も種々に變ずる。是は膜の厚さが増すからである、今左に反淬色と温度の關係を示す。

鋼の反淬色

反 淬 色	攝 氏 温 度		華 氏 温 度	
	薄	濃	薄	濃
黄 色	二百二十五度	二百四十五度	四百三十七度	四百六十四度
茶 色	二百五十五度	二百六十五度	四百九十一度	五百零九度

鼠 色	攝 氏 温 度		華 氏 温 度	
	薄	濃	薄	濃
紫 色	二百七十五度	二百八十五度	五百二十七度	五百四十五度
藍 色	二百九十五度	三百十五度	五百六十三度	五百九十九度

焼戻作業を施行するには、砂浴上又は油中にて、徐々に之を熱する。

一つの鋼を焼入して、後焼戻するときに、色々其温度を上下すると、其硬度を變ずることが出来るのである。従て或る範圍内には、種々の硬さを與ふることが出来る。一つの目的に相當すべき硬度を得るに、其の使用する地金の實質の硬軟と、焼戻作業の多少とに據りて、種々の方面から達することが出来る。硬い鋼を用ひて、焼入後の焼戻を強くしても、或は比較的軟な鋼を用ひて、之を弱くするも略、同一硬度を得る次第である。硬い鋼は高價で、又其取扱も困難であるし、反對に餘り軟な鋼を選ぶと、後の焼戻程度を其丈尠くするから、韌性

目的とする硬度に對する地金の選定

を欠いて脆いと云ふ缺點がある。其故に定つた目的、即ち硬さに應じて一定の硬質の鋼と、其焼戻し度合を選択せねばならぬ。是は工具鋼を製造し、販賣する製造者が指圖する、今其一例を示さん。

含炭素量(約)	焼戻し程度	用途
一・二%以上	濃茶色迄	最硬度を要すべき工具等
一乃至一・二%	濃黄色乃至薄紫色	平削鉋、鍍工具、穿孔錐等
〇・九乃至一%	濃茶色迄	鍍鑽、フラキス等
〇・八%位	薄黄色迄	壓搾器用、杵用等
〇・七乃至〇・九%	濃藍色迄	木材用工具等
〇・五乃至〇・七%	薄藍色迄	小刀類及普通の鍍頭

他元素の
可溶性に
及ぼす影
響

次に炭素以外の他元素の影響を見んに、クローム、タングステンは工具の可溶性に、大關係を及ぼすものである。先づクロームを有するものは之を焼入すれば、非常に硬くなる、従て銃身、又は装甲板などに用ゐらるゝ次第である。劇

自可淬鋼

烈に焼入すべき場合には、焼き割等が出來て失敗するから、之を油中に焼入して居る、普通に加ふる量は六%迄に達する。

高速度工
具鋼

鋼中に多量のタングステンを加ふれば、之を高温度より烈しく急冷せざるも、十分硬いのである。従てタングステン五%も有する鋼を、マセットの自可淬鋼と稱して、古來用ゐて居た。其上此の種の鋼には、尙滿俺の多量を含んで居た、即ちタングステンと滿俺との二元素を以て、鋼は此特異の性質を表して居る。然るに近時、高速度工具鋼と云ふのが盛に用ゐらるゝ。是はタングステンの多量と、クロームとを含むものである。之を普通の鋼が焼き過ぎる程の高温、即ち攝氏千百度乃至千二百度に熱して、空氣衝風又は油中にて冷却すれば、十分硬くなり、直に工具として使用し得る。此時の硬度は、其鋼を暗紅色にしたとするも減じない、故に之を赤熱硬度と名付けて居る。又此工具を用ゐる、鍍盤等にて高速度に地金を削り、其時の削り屑が摩擦の爲め四、五百度に熱せられても、工具は一向平氣である。従て高速度工具鋼の名の起る所以である、此の爲め機械工場は、其工具機の構造に一改革を受けた位である。又モリブデ

赤熱硬度

ンは鋼に對して、タングステンと同様の効力ありと云ふことである。普通、高速工具鋼の有する成分を見るに、左の通りである。

タングステン	一〇乃至一八%
クロム	二・五乃至六%
炭素	〇・四乃至〇・八%
マンガン	〇・三三迄

其他硬度は、地金を常温度にて鍛錬する等の作業を加ふれば増す、其程度は加へた仕事の程度と、元の地金の性質に關係するは、勿論である。炭素の多きもの即ち硬鋼は、此常温度作業の影響を蒙ることが多い、此等の硬度は、之を一度赤熱以上にすると、元に回復して減するものである。

第五節 強力及靱性

強さの種類には色々あるが、可鍛鐵に於て最も大切なるは抗張力である。此

抗張力は主として二つの方面から變化する。即ち一は其組織の如何に關係し、二は其の有する化學成分に關係を有するものである。然るに此組織、夫れ自身は又直に其化學成分の如何と、其の享けた熱度の如何、殊に高温より冷却せし調子に據り變するものである。從て換言すれば、鐵の強さは其の享けた熱度の如何と、化學成分の二つに據ると云ふことになる。

一、化學成分の關係

化學成分の關係を概説すれば、純鐵に他の色々の元素が入ると、夫々或る一定の量以内は、其抗張力を増すものである。併し此範圍を超ゆると、却て其強力を減する。之に反して脆性は際限なく増加する、即ち靱性を減するのである。炭素は其量の各〇・一%につき、其鐵の抗張力を増加すること、平均一平方耗につき五・五斤である。而して炭素一%のときに、鐵は最大強力を有し、之を超過するものは却て弱くなる。勿論、斯く抗張力を増す割合も、其鐵を造つた方法の如何、又は其鐵の有する他の化學成分などに因て異なるものであるから、之

鐵中の炭素量と其抗張力の關係

を精知するは困難である。ほんの大體のものであるが、各製鐵者は夫々自分の造るものにつき標準を立て、大體上是に據りて鐵中に炭素を與へ、目的の強さのものを得て居る。今八幡製鐵所に於て、一千種の鋼につき試験したる結果に據るに、左の通りである。

鹽基性シーメンス、マルチン鋼

炭素 (百分)	抗張力 (平方吋噸)	同上 (平方吋噸)	延伸率 (二百倍につき%)	收縮率%
〇・一〇	二二・五	三七・〇	二七・一	六七・〇
〇・一五	二五・〇	三九・五	二五・六	六一・〇
〇・二〇	二六・六	四二・〇	二四・一	五四・〇
〇・二五	二八・五	四五・〇	二二・六	四八・〇
〇・三〇	三〇・〇	四七・五	二一・二	四二・〇
〇・三五	三二・〇	五〇・五	一九・七	三六・〇
〇・四〇	三三・六	五三・〇	一八・二	三〇・〇

硅素の影響

滿俺の影響

右の數字より計算すれば、炭素は各其〇・一%につき五三斤の抗張力を増し、三%の延伸率、及十二%の收縮率を減することになる。

硅素は、三%の時に鐵を最も丈夫にし、其〇・一%毎に鐵の抗張力約〇・七五斤を増す。一%内外の硅素を有する硅素鋼は、船舶用鋼板として近來用ゐる。滿俺は、三%の時に鐵を最も強くし、其〇・一%毎に一四斤の抗張力を増す。

以上増加の割合が、極めて精確であるならば、鐵の有する化學成分を標準とし、之より計算して其機械的性質を知ることが出来る。仲には色々の計算用公式を案出した人がある。併し又高温度に熱して冷却する遲速とか、或は打撃鎚展等の作業を加へたことに據つて、同一鐵片の有する性質が大に變するもので、非常に複雑したものである。従て簡単に斯く計算すると云ふは、不可能であるが、鐵を同じ様に取扱つて居る場合に、其の比較をする時には、無論此等を参考とすることが出来る。

普通に鐵中に存在するもの以外の元素が、特殊の場合に入るべきことがある。ニッケルなどは、鐵の抗張力を増加する割合には、他の元素の様に其延伸率を

減することが少ない、即ち鐵の脆性を伴わぬものである。例令ば〇・二%の炭素を有する軟鋼に、ニッケル三%を與ふると其抗張力は炭素〇・四%の硬鋼に匹敵する様になるが、延伸率は元の軟鋼其ものと殆んど同じと云ふ次第である。殊にニッケルは鐵の彈性界を高めるものであるから、容易に歪を受けぬのである。従て装甲板、車軸などに、好んで用ゐらるゝ次第である。ニッケル一%につき、鐵の抗張力は三軒、又其彈性界は二軒餘を増加する割合である。クロームは、鐵の抗張力を増加すると同時に鐵の脆性を伴ふ害がある。磷分の極めて少量なるときは、鐵の抗張力を増すが、其の増し得る極量が極めて低い。而して一方に脆性を伴ふこと夥し、従て鐵中磷分を含むものは、前に可鍛性を論ずる場合に述べた様に、常溫脆性を有するもので、甚だ危険である。鐵中に存在する鐵滓等は、亦鐵の性質に影響するものである。爲めに鐵の強さも、又延伸率も共に減する。今建築材として、使用せる鍊鐵(鐵滓を含む)と、軟鋼(鐵滓を含まず)との比較を見るに左の通りである。

軟鋼	鍊鐵	抗張力 (一平方呎につき)	延伸率 %
三七	三四		二二
			二〇

其他鍊鐵板に於ては、其の長さの方向に有する寸の抗張力と延伸率とを、其の横の方向に於て有さざる事實がある。是は介在せる鐵滓は、鐵粒に沿ふて長く連鎖せる爲め、長さの方向には比較的害を及ぼさぬが、横の方向には大に影響する爲めである。

二、常溫作業の關係

鐵材を常溫度にて作業すれば、之を脆くするものである。即ち之を鈍展しても、壓延しても、引き延ばしても同じ様に影響する。併し斯く脆くなつたものを、再び適當の溫度にて焼鈍すれば、元の性質にすることが出来る。今其例を擧げる

品別	抗張力(平方 耗延)	延伸率(五〇耗 につき%)	收縮率%
素材、四十二平方耗のもの	四四五	二一九	五七八
常温度にて鍛展を加へて二 十八平方耗の棒となす	七四二	二二三	三二二
常温度にて鍛展の後之を赤 熱す	四五三	一八四	五四七
素材を赤熱温度にて二十八 平方耗に鍛展す	四七八	一七六	六三八

即ち初めより赤熱状態に於て鍛展すれば殆んど元の性質を變じないものを
得ることを知つた。
常温度にて壓延したものゝ例を擧げる、

品別	抗張力(平方 耗延)	弾性界(平方 耗延)	延伸率%
素材	三六九	二一九	二四六
常温度にて壓延せるもの	四八五	四一四	一〇四
壓延後之を赤熱す	三七六	二三二	二五〇

又常温度にて引き延しても、

品別	抗張力(平方 耗延)	弾性界(平方 耗延)	延伸率%
素材	三九〇	一〇	二三九
常温度にて引き延せしもの	五一〇	四三	二七

此等の作業に因り、弾性界が著しく増加する爲めに、容易に鐵材自身の形が崩
れない利益がある。此點を間々利用することがある、即ち軟鋼線を發條に用
ゐる爲めに、之を常温度にて引き延したり又は軟鋼棒を車軸、或はピストン棒
などに用ゐる時に、之を常温度にて壓延機にかけることがある。

又汽罐、船體等を組立つる場合に、鋼板に鉸釘孔を打ち抜くことがある。實際
此穴の周圍の部分は、常温度に於て壓搾を蒙つて居るから脆くなつて居る。
從て鉄其ものゝ性質を害するものである、唯々脆いのみならず穴の周圍の局
部は、他と異なり強いから爲めに、全體に於て強力の不平均を來して、全體から
云ふて鋼板の抗張力も下つて來る。

一 耗厚さの鉄では、鋭釘孔の爲め其抗張力の一割二分を、又八耗厚さの鉄は其二割二分を減すると云ふ例がある。此害を除去するには、其局部を赤熱するか、又は穴の周囲を一耗丈削り取り、脆き局部を取り去るか、或は最初穴を打ち抜く代りに、穿孔機にて徐々に穿孔すればよいのである。

三、焼入れ及焼戻し(金質調整法)の關係

鉄を赤熱して之を急冷すれば、著しく其硬度を増すものであることは、前に述べたが、之と同時に又著しく其強力をも増すものである。併し同時に脆性を伴ふこと夥し、此變化の生ずる理由は、硬度の變化と同じ様に説明する。即ち高温度に於て發生し存在して居た他状態の鐵及び炭素は、其儘急冷作業に由りて、常温度に於ても續て現出存在し得る爲めである。(第二百八十九頁参照) 斯くして得たる鐵材は餘り脆いのである、然るに今之を五百度以上に焼戻すれば、硬度の加減をする時は、三百度位迄に焼戻するのであるが、強力の場合には普通五百度以上にする(幾分か其強さは減するけれど、適當に延伸率が出て、靱性が伴ふて来る。今例令て云へば素材のまゝで、抗張力が一平方耗につき

五十耗あるものを、焼入した場合に百耗になつたとせば再び之を焼戻して、其目的に應じ抗張力を八十耗或は七十耗に下げて、兼て適度の延伸を持たせ靱性を鐵に與ふるものである。

抗張力の増加に伴ふて、其弾性界の増すことや、又材料が撃衝に對して丈夫になることも、大に注目すべきことである。

此等の作業で、或る一定の範圍内に於て目的に應じ、其地金の性質を加減することを得る、即ち金質を調整し得るものである。而して實際に澤山之を利用することである、即ち各機械の軸や、大砲々身、小銃々身や、又は装甲鉄などを仕上ぐるに、此金質調整法を應用する。而して地金は之を水中に漬けて焼戻すると、餘りに劇烈に急冷する爲め、地金の形狀を害したり、又は焼き割り等を生じて、之を廢品にすることがある。斯かる恐ある場合には、之を油中に焼戻する而して攝氏五、六百度に焼戻するのが普通である。

此等の作業を蒙りて、性質の變する程度は、亦地金の有する化學成分の如何に據る。即ち鋼中に炭素、滿俺、殊にクローム、タングステン等があれば、其の感じ

金質調整法に由り鋼の性質を變ぜしむる例

が著しい、又ニッケルは餘り之に影響を有さない。

今其例を擧げて、鋼が金質調整法に依り如何に其性質を變せしやを見る。

第一例

ペセマー鋼、炭素〇・七五%、滿俺〇・九二%を含有するもの。

品別	抗張力(平方 耗斤)	彈性界(平方 耗斤)	延伸率(二時に つき%)	收縮率%
一、素材	一〇一・一一	五七六四	一五三	三〇・六
二、三十五時間九百五十度に焼鈍の後徐々に冷却す	七一・〇三	三六〇七	二一・五	三七・四
三、八百五十度より水中に焼入の後四百度に焼戻	一六二・八六	一三七〇二	七〇	一八・九
四、八百五十度より水中に焼入後五百度に焼戻	一二九・四六	一一一・六七	一一・五	二九・一
五、八百五十度より水中に焼入後六百度に焼戻	一一六・〇八	九八・五九	一五・〇	三七・一

第二例

一種の合金鋼にして炭素〇・二五%乃至〇・四五%、ニッケル二・五%乃至二・七五%、クローム〇・二七五%乃至〇・六%を有するもの。

品別	抗張力(平方 耗斤)	彈性界(平方 耗斤)	延伸率(二時に つき%)
一、九百度に焼鈍し徐々に冷せしもの	五五・一二乃至七四・八一	三五・四四乃至五〇・〇一	一五乃至二五
二、八百五十度より油中焼入後三百五十度に焼戻す	七九・九三乃至一一〇・二五	五九・八五乃至一〇〇・〇一	八乃至一二

四、加熱度、及焼鈍度の關係

以上種々陳べた様に、鋼や鐵に常溫作業を加へたり、又焼入法を行つたりなどすると、地金は丈夫になるが脆くなる。併し之を再び赤熱以上にすれば、略ぼ元の性質を回復することが出來ると論じた。實際に之を再び熱するとして、其加熱温度の高低に據り、又回復し得る程度が異なるものである。此加熱法を殊に長時間に亘りて爲したり、或は一度び脆くなつた鐵材の性質を、元に戻す意義で加熱するを焼鈍と稱する、又鈍滓(鈍熱)と唱ふることもある。

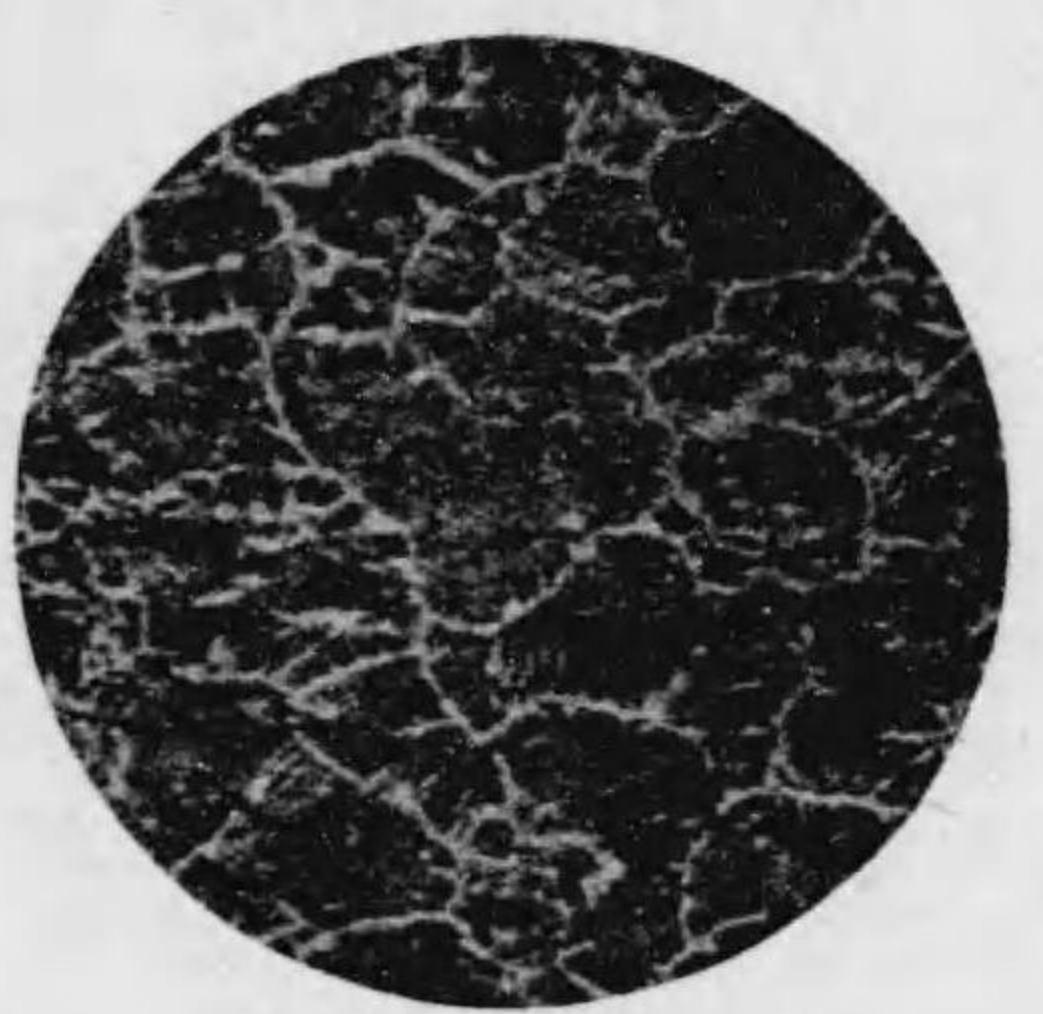
又注意して置かねばならぬが、前記の作業を経ざる素材に於ても、之を鍛錬し、或は壓延し、若くは加熱焼鈍する温度の高低が、該材料の性質に大影響を有するものである。是も丁度組織につきて述べた様に、其温度の高低や、又其時間

加熱度及焼鈍度の影響

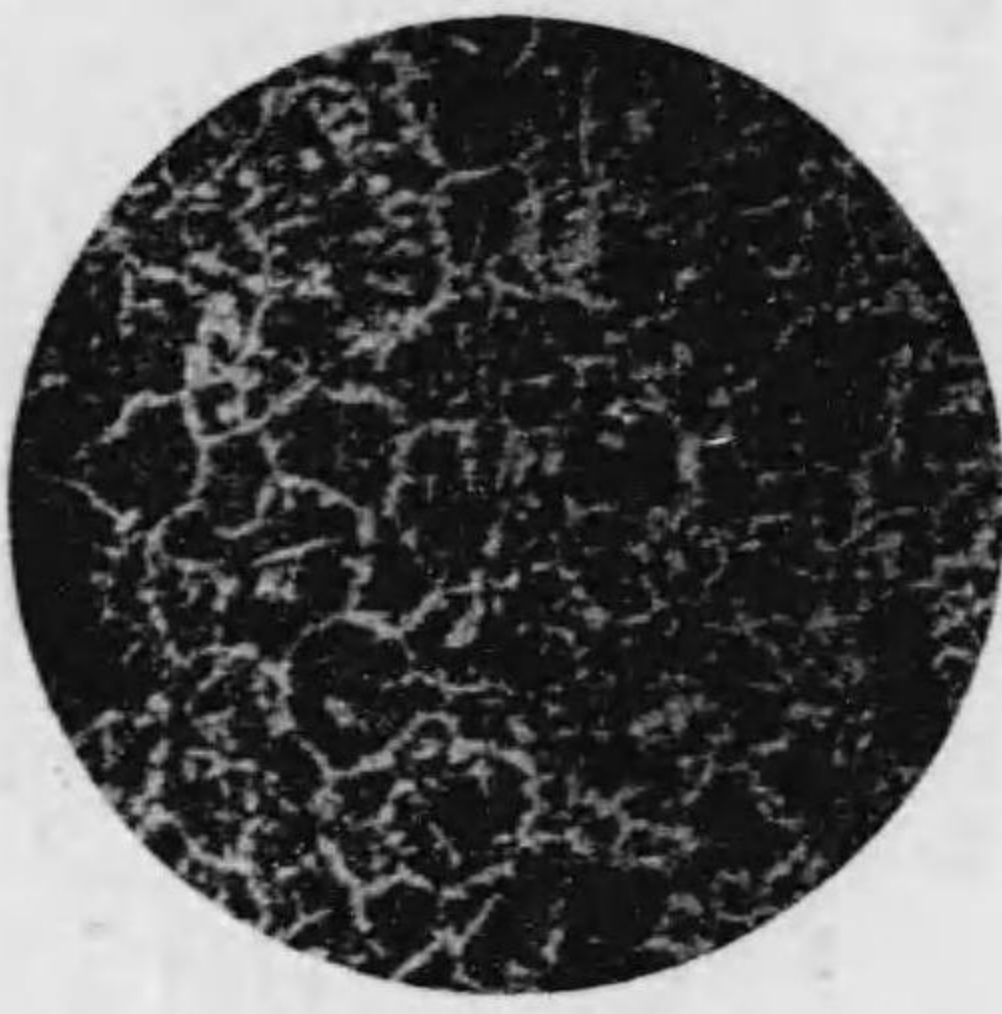
焼鈍の意義(鈍滓)

ケネデイ、モリソン式軌條製造法

倍六十四鋼條軌圖二十八第 (す造製てに法方の通普)



倍六十四鋼條軌圖三十八第 (す造製てに式ンソリモ、イデネケ)



の長短や、此等の温度から冷した工合で、鐵の粒の大きが異なる。従て其強力等の諸性質が變ずる、今硬鋼ならば攝氏七百度附近、軟鋼ならば九百度附近に熱した時、或は此等の温度に於て仕上げた時に、粒が最小であることを既に述べたが、此の粒の最も小さい時に、地金は最も強く且つ韌性を帯びるものである。(第二百七十三頁参照) ケネデイ、モリソン式の軌條鋼製造法は此原則を應用したものである。即ち軌條鋼(硬鋼)を仕上する前に、之に水を灌ぎて冷却せしめ、其温度を出来る丈下げる。即ち七百度附近に於て最後の壓延機に掛けて仕上げるのである。第八十二圖は普通の方

擊衝試験及交番應力試験の必要

鋼材の擊衝試験の例

法にて造りしもの、第八十三圖はケネデイ、モリソン式にて造りしもの、顯微鏡寫真である。如何に粒の大小相異なるかを、知ることが出来る。同じ理由に基き近來米國に於ては、軌條鋼を壓延機にて仕上げる温度を、出来る丈低くする爲め、其仕様書に殊に之を明記せんとする次第である。大體に於ては、其燒鈍温度の高低と、其の有する機械的諸性質の大小とが、相關するものであるが、併し之を精密に論ずると、尙説明を要する。地金を種々の温度に燒鈍したるものを、試験する場合に、普通施行する様に牽引試験機を用ひて、徐々に引張る様な方法を採用すると、其の得た結果即ち種々の地金の抗張力にも、延伸率にも、相互に餘り著しき相違の數を見ることの出来ぬことがある。然るに近來盛に研究せらるゝ彼の擊衝や、又交番應力を加へて行ふ試験方法であると、此等の場合に於て、非常な差違のあるを知ることが出来る。第一 普通軌條鋼に對して施行する、擊衝試験の結果を擧げる。其の用ひし鋼材は、左の通りである。

軌條鋼の化學成分

第六編 鐵の性質及其試驗法

符	號	炭	素	滿	俺	硅	素	硫	黄	磷
B	鹽基性シームス、 マルチン鋼	〇四五	〇七七	〇〇四	〇〇五	〇〇六	〇〇六	〇〇六	〇〇六	〇〇六
C	酸性マセマー鋼	〇三六	〇六一	〇〇二	〇〇七	〇〇七	〇〇七	〇〇七	〇〇七	〇〇七
D	鹽基性シームス、 マルチン鋼	〇四六	一一二	〇〇二	〇〇五	〇〇七	〇〇七	〇〇七	〇〇七	〇〇七

試験用、錘の重は二千二百四十斤

之を落下せし高さ、十呎

軌條鋼の長さ、五呎

徑間、三呎半

品	別	擊	衝	一回	後	同	上	二	回	後	同	上	三	回	後						
B ₁	標準試料	の	曲	り	高	時	三	時	八	分	の	一	四	時	十	六	分	の	七		
B ₂	過熱試料 (百度に焼鈍す)	破	損	損	損	損	損	損	損	損	損	損	損	損	損	損	損	損	損		
B ₃	調整試料 (一時間八百五十度乃 至九百度に焼鈍す)	一	時	八	分	の	五	三	時	十	六	分	の	一	四	時	十	六	分	の	一

品	別	破	損	破	損	破	損	破	損	破	損	破	損	破	損							
C ₁	標準試料	一	時	十	六	分	の	五	三	時	二	分	の	一	四	時	十	六	分	の	十	三
C ₂	過熱試料 (一時間半千二百度乃 至千三百度に焼鈍す)	破	損	損	損	損	損	損	損	損	損	損	損	損	損	損	損	損	損	損	損	
C ₃	調整試料 (二時間八百五十度乃 至九百度に焼鈍す)	一	時	八	分	の	七	三	時	二	分	の	一	四	時	十	六	分	の	十	一	
D ₁	標準試料	一	時	十	六	分	の	五	二	時	十	六	分	の	三	三	時	十	六	分	の	一
D ₂	過熱試料 (一時間千二百度に焼 鈍す)	破	損	損	損	損	損	損	損	損	損	損	損	損	損	損	損	損	損	損	損	
D ₃	調整試料 (二時間八百五十度に 焼鈍す)	一	時	十	六	分	の	五	二	時	十	六	分	の	五	三	時	十	六	分	の	一

右の表を見ても、明に過熱作業の不良なる結果を、鋼に與ふることを知り得る。併し今此等の試料を牽引試験に處したのであると、其性質の相違せる點を、斯く迄明にすることが出来ない、即ちB₁試料は延伸率を十八・五%有するに對し、B₂試料たりと雖も十四・七五%を有して居る。

第二 伯林のハイン教授は擊衝に對する抗力を見る爲め、下の如き方法を採用した。即ち横四耗、縦六耗、長さ三十耗の鋼材を採りて、其の廣き一面に深さ半耗の三角溝を切り通した。之を萬力に挾みて、其一端を鐵錘にて九十度丈

打ち曲げたる後其曲りたる試料を又萬力に挟みて、真直に曲げ直す。而して其試料の破損するに至る迄に、要したる度数(九十度曲げたる)を以て、抗撃衝力を試験した。

今、極軟鋼にして炭素〇〇七%を有し、他の含有物極めて僅少なるものを採りて行ひたる結果は、左に示す通りである。

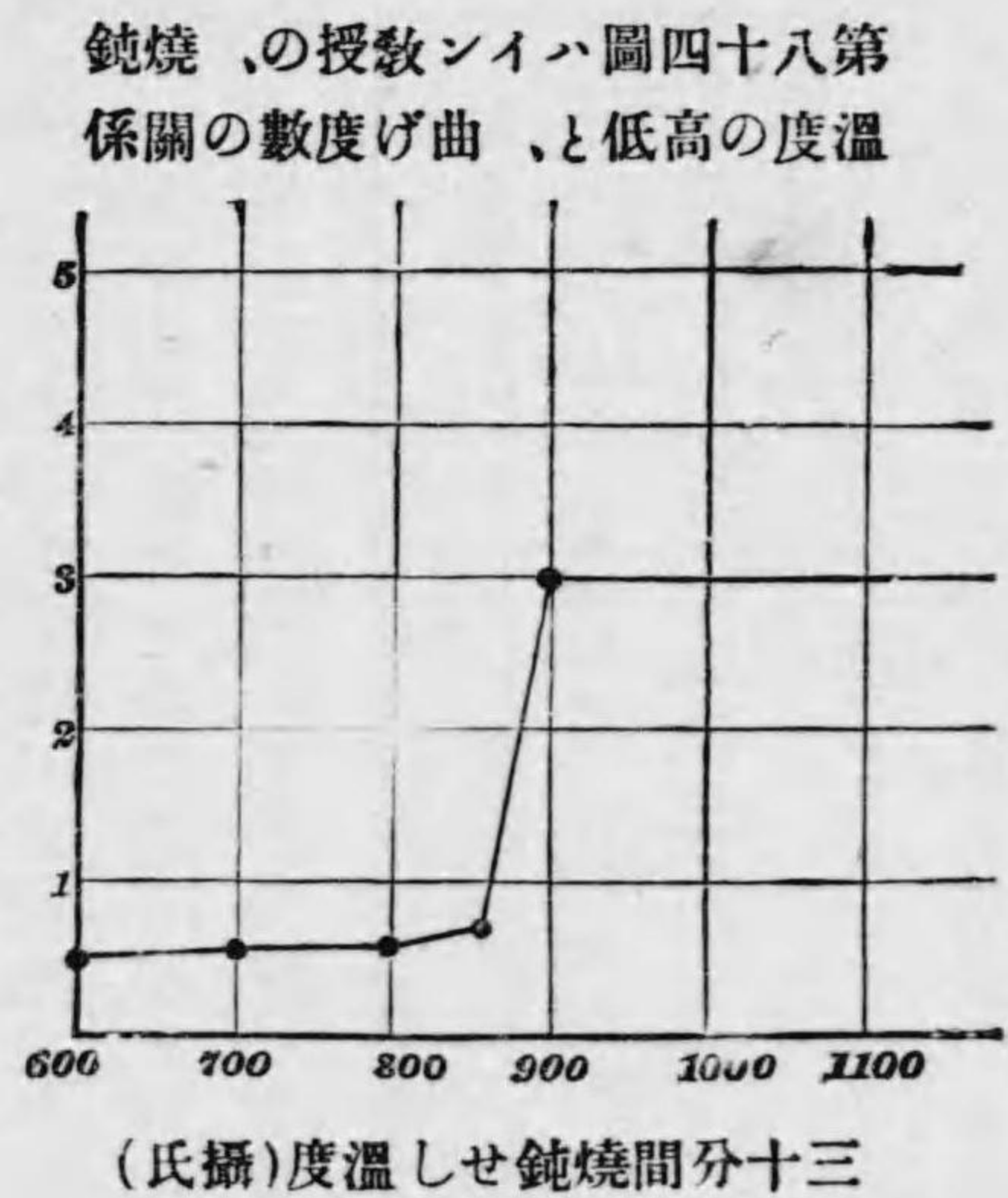
焼鈍温度(攝氏)	焼鈍時間	曲げ度数
一、〇〇〇	六	三・五
一、二〇〇	六	三・〇
一、二〇〇	七、半	一・五
一、二〇〇	一三	〇・五
一、四五〇	四分の一	極めて脆し

即ち千度に於ては、六時間焼鈍するも、敢て脆性を示さないけれども、千百度に熱すれば、既に其影響を認むる。尙最高度に熱した爲め最も脆弱と成つた鋼

は、曲り度数僅に零乃至二分の一に達するのみである。併し斯く撃衝に對し脆弱なる該試料も、之を普通の牽引試験に於て得たる結果に據ると、可なり立派なる材料と認むる外はないのである。即ち一平方耗につき三十三・五斤の抗張力と、百耗の長さに於て二十二・二%の延伸率を有する。是が前に述べた

様に、材料の検査に於ては、牽引試験のみでは當にならぬことを證明するのである。

斯く脆くなつた鋼を、三十分間八百度に熱すれば、既に多少其効果を認む、八百五十度に熱すれば曲り度数三分の二位になるし、尙一寸、温度を高めて九百度に三十分間焼鈍すれば、三の曲り度数を得る次第である。即ち第八十四圖



に示す曲線の通りであるが、如何に其効果が著しく、而して其温度の高低の加減を疎畧にしてはならないことを明かにする。

第三 交番應力試験に就きては、ロガー氏は軟鋼にして、炭素〇・二七%あるものを採りて、左の結果を得た。

鋼材の交番應力試験の例

品別	標準試料 <small>氏六百五十五度にて焼鈍す</small>	過熱試料 <small>千二百十五度にて三時間焼鈍す</small>	調整試料 <small>同上を十分間九百度にて焼鈍す</small>
破損を生ずるに要せし應力の交番數	(維應力十七七八噸) 一、四九、三六〇〇	(同十六噸) 六三六、九五〇	(同十七七八噸) 二、六九、二七〇〇
同右の比例	一	〇・四二	一・八〇

實際鋼材を使用する場合に、軌條又車軸等多くは、撃衝作用を享くるものである。又機械工場で用ゐる工具も、同じ力の爲め破損することが多い。近來焼鈍法の爲め、又は他作業の爲め生ずる粒の大小如何を盛に講究して居て、出来る丈細い粒を得る様に苦心して居る。同じ様に説くことが出来る、鋼鑄物に於ては之を鑄込た儘であると、最高度に

鋼鑄物を

焼鈍せし例

過熱したものと同じであるから、其粒が粗くなつて居る。又同じ鑄物の内でも、處に依て高温より冷却する度が異なる、其粒の大きさも區々で揃はない、従て其性質が不良であるが、今之を適當なる温度に焼鈍して、其粒を細かく一様に揃へると、其性質が著しく良好に成るものである。

品別	抗張力 <small>(平方耗斤)</small>	延伸率 %
鑄込しまゝの鑄物	四九・〇	四・二
焼鈍せる鑄物	五六・九	一四・六

即ち鑄物の強力も、靱性も之を焼鈍せし爲め共に増加する、従て實地に於て、常に之を應用する。尙又鑄物を僅に焼鈍するのみでなく、之を焼入したり、又は焼戻したりして、其性質を調整することがある。是は大變に手數であるから、特殊の場合に限らるゝ、先年巴里の博覽會の時建設した、アレキサンダー三世橋は、全部が此特殊の作業、即ち金質調整法を経た鋼鑄物を以て造つてある。

五、鐵の疲勞性

地金を永く使用する時、急に其が破損することがある。殊に鐵道用の車軸とか、又船舶の推進器軸とか、又は鐵鎖の如きものにて、不絶震動を享けるもの、即ち時に引き、時に壓す等、相互に反對せる交番應力を享けるものは、一朝にして急に破損することがある。其の折れ口を見ると、多くは粗粒を呈するから、之が破損の原因を調べて見て、此地金は長時日の間に、粒自身が粗くなつて、其性質が脆いものに變じたと云ふ説明をつけて居た。

其後段々取調べて見たら、破損したと云ふ地金も、元の地金と比較して、其性質は敢て變化して居ない、粒も大きく發達して居らぬと云ふことを發見した。

曩に破損した地金の折れ口の、有する大なる粒は、其の折れた方法の如何に因るのである。普通日常の工場に於て、同じ地金を折りて見ても、其の折れ方に據りて、粒が異なつて現るゝことは、時々經驗することである。其と同じ様に、今の問題となつて居る、即ち多年交番應力を享けて、破損したものの、破損面の粒大なるは、其の折れた瞬間の働きで、出來たものであると云ふことに歸したのである。

其なら多年使用せし後、破損するものがあるのは、如何なる理由であるかと云ふに、未だ其の眞原因の解釋がつかぬ。或は地金中に存在せし微塵の爲めに由來することもある、即ち地金中にある氣泡とか、鐵滓とか、又は不純物の集積部、若しくは不謹慎なる作業に因る微細なる裂目が、破損する基點となりて、終に大事に至るものと推考することもある。

尙近來の研究に據れば、過熱せる地金は、交番應力に對しても弱いし、又撃衝力に對しても堪へぬと云ふことが明になつた。従て本問題の如き破損原因は、一は地金に與へた不適當なる加熱法に、基くことゝ考ふべきものである。

六、酸類の影響

鋼の表面を洗滌する爲めに、之を硫酸や、鹽酸に漬けることがある。即ち大切なる地金を検査したり、又は飯や線を作る場合に、之を用ゐて其表面を清淨にする。實際に酸類の爲めに水素瓦斯が發生するものであるが、是が地金の中に入りて之を脆くする。例令ば鋼線の試験方法として、之を左右に折り返して、其の破損する迄に要した度數を以て定むるものがある、此方法に據りて試

鑛山用鐵材につき注意

異常溫度に於ける強力

と

三〇

驗すれば、最初は二十回も折り曲げの出来たものが、一度酸類にて洗ふた後は、僅に五回しか折ることが出来なかつた。
又鑛山にては坑内の水が酸を含む爲め、其が使用せる鐵材に作用して、前と同じ様に之を脆くする。従て危険を醸すことがある、鑛山の鋼繩、鐵索等に就きては餘程注意せねばならぬものである。

此等の水素の爲めに蒙つた害は、之を常溫度にて永く放置するか、又は攝氏百度位に熱する時は含有水素が逃出する爲め、其害もなくなり、従て元の好良なる性質を回復することが出来る。

七、異常溫度に於ける状態

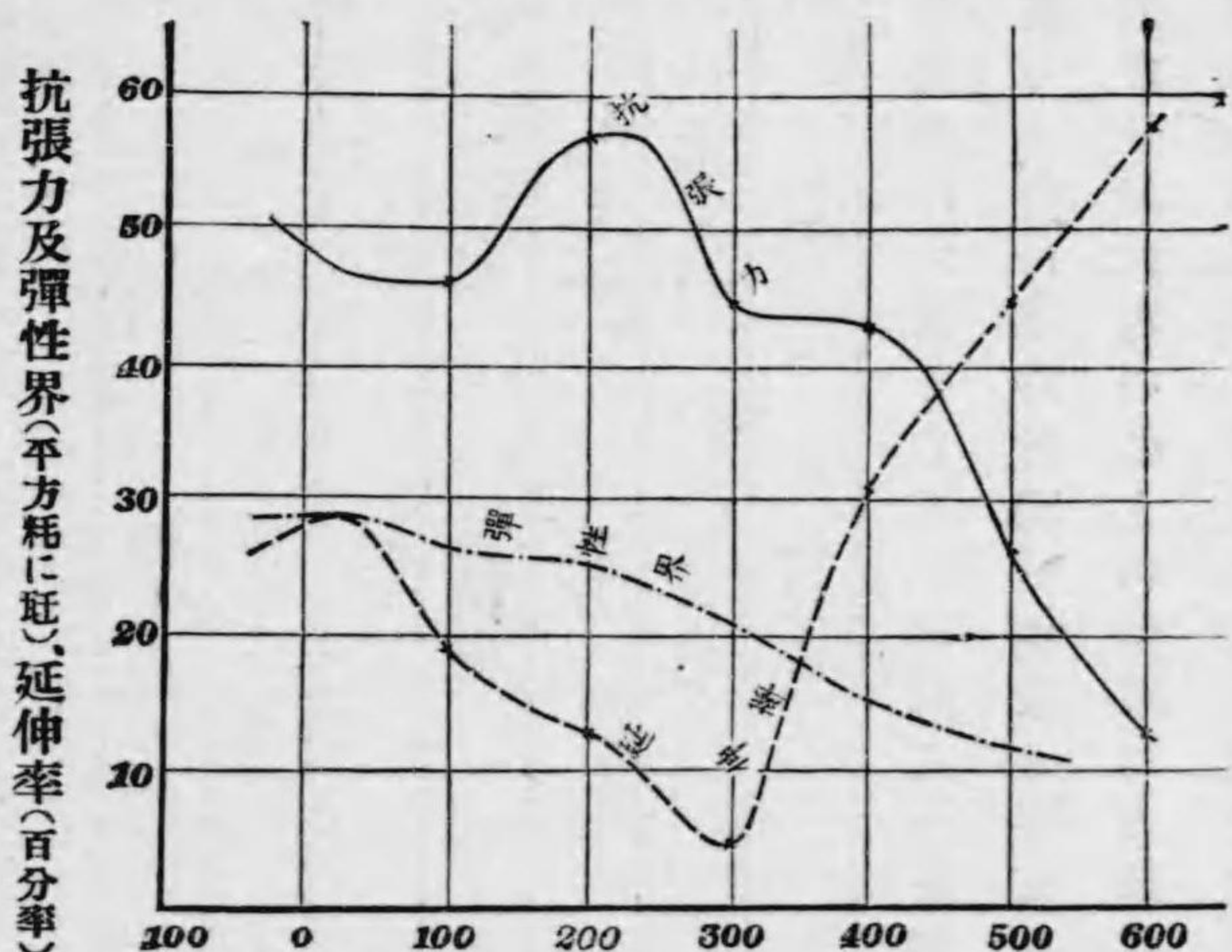
可鍛鐵を非常に冷却せし場合や、又は反對に高溫度に熱した場合に、之を試験すれば、其溫度に據りて夫々異なつた結果を得るものである。如何なる地金も大略同じ様な結果になるが、今其の一例として軟鋼を零以下二十度より、六百度の溫度に保持して、抗張力其他を測定した結果を擧げんに、左の通りである。

溫度攝氏	抗張力(平方 耗斤)	彈性界(平方 耗斤)	延伸率(百分 率)	收縮率(百分 率)
零以下 二〇	五〇・一	二八・五	二六・九	五七・五
二〇	四七・〇	二八・六	二八・六	六一・五
一〇〇	四六・七	二六・一	一八・六	五五・四
二〇〇	五七・〇	二五・五	一二・九	三六・三
三〇〇	四四・七	二二・三	五・一	八・五
四〇〇	四三・二	一五・七	三〇・九	四四・五
五〇〇	二六・三	一二・〇	四四・八	七四・一
六〇〇	一三・四	—	五八・九	八九・三

今之を曲線にて示せるものが、第八十五圖である。又種々の鐵を試験せし結果を見るに、何れも略ぼ同一様な事實を認むるのである。従て其鐵の有する化學成分が、此等のことに如何なる關係を有するかは尙不明である。又此等試験の結果に依り注意すべきは、鐵は常溫度以下に於ては其抗張力が

冬季に脆き地金の事實

第八十五圖 鋼の機械的性質と高低の温度の關係



地金を試験せしめ時の温度(氏攝)

年中に起つた鐵道車軸の破損を四季に割り當ると左の通りになる。

大きく、即ち地金は強い。併し延伸率が少ない、即ち脆いものである。殊に撃衝に對する場合には、其の變する度が著しい、一つの軌條を試験せんが爲め、冬時攝氏零下十度にて撃衝を加へしに、夏時に耐へ得た力の僅に〇・二八にしか堪へ得なかつたのを發見した。寒い地方で殊更冬時に於ては、地金の破損することが多いのは、此の理由に基くのである。今普國に於て一

四季に於ける鐵道車軸の破損割合

脆性脆性青熱脆性に相當すべき性質

西曆千八百八十八年より、同千八百九十七年迄の平均數に據る。

全破損數に對する百分率	春四月ヨリ 六月迄	夏七月ヨリ 九月迄	秋十月ヨリ 十二月迄	冬一月ヨリ 三月迄
	一八・五	二二・六五	二四・三五	三五・三二

一月二月は鐵道車軸につき、最も危險なる時季と稱すべく、此等二ヶ月間に於ては全數に對して、其二十六・八%に相當する破損割合を出して居る。此等一つには、軌道土臺の凝結固著に歸すべきも、低温度に於ける地金の脆性に原因すること夥し。又地金を常温度以上段々と熱する時前に示した通り其抗張力は段々と増加するが、其延伸率は段々と減ずる。攝氏三百度附近で其極度に達する。其以上の温度にては段々と抗張力は減じて、反對に延伸率は増すものである。即ち地金は攝氏三百度附近では非常に脆弱なるものである。是が前に可鍛性の場合に述べた青熱脆性に相當する。而して地金を此温度に熱した場合は、何故危險であるかと云ふ理由も明になる。又凡て鐵は六百度即ち赤熱以上にすると、延びが良い従て之を鍛へることが容易で

あるてふ事實の説明も明になる。

八、抗圧力及び抗折力

抗張力以外の強力は、可鍛鐵に於て左程重要でない。今其二三の例を述べる。抗壓力も其試験棒の形狀に據り、其結果大に變ずる次第である。今其長さを太さの八倍とせしものにつき、種々の炭素を含有する鋼を試験せしに、左の通りである。

炭素量 %	〇・三	〇・六	〇・九	一・二
抗壓力 (平方 耗斤)	三三三	五九四	六六八	七二六

抗折力につきては左の通りである(徑間は一米)

炭素量 %	〇・二二	二五〇一	七八六六	—
彈性界 (平方 耗斤)	二二二八	一〇二二一	—	—
抗折力 (平方 耗斤)	—	—	—	—
破斷時の曲り (耗)	—	—	—	—

可鍛鐵の
抗壓力と
抗折力

第六節 磁氣性

電氣工業に於ては、構造用材料として、二様の性質を有する鐵材を要求する。第一は發電機用として使用せらるゝものとす、即ち磁場に於て最も容易に多量の磁氣を享受するも、併し一度之より遠ざけたりとせば、忽ち其全部を失ふものなるを要する。炭素の最も少なき軟鋼又鍊鐵は、此種のものにして、亦近來新に硅素鋼を使用する。是は二〇乃至三五%の硅素を有する軟鋼なるが、其ヒステリシスは普通の材料に比し、僅に其六割に過ぎない。

第二は永久磁石の材料である。鋼中の炭素量増加するに従ひて、磁力線の進入し得ることを減ずるも、一度入つたものを、容易に逃がさない性がある。従て永く磁氣を保ち得ることを増すものである。尙此鋼を焼入すれば、一層永久磁石たり得べき性能が増加する。アーノルド教授の説に據ると、磁力線の入り得る程度は、其の鋼中の炭素量に反比例する。又焼入せし鋼の永久磁石たり得べき性は、炭素〇・九九%を有する迄、炭素の量に正比例して増加し進む、又

鐵の磁氣
性
發電機用
鐵材

永久磁石
の材料

永久磁石
として
鋼
ステン
ダ

鋼と鋼

三二六

之を超え炭素量一・五%に達する迄の間、變らないと云ふことである。近來タングステンを含む鋼は、此磁氣性を保持する力強く、永久磁石たるの性大なりと云ふことが明になつた。歐洲に有名なる、埃國ペーラー會社の製造せる磁石用鋼は、タングステン五%、炭素〇・六%を有して居て、之を攝氏九百五十度附近より、水中に焼入して用ゐるのである。

焼入せし鋼を焼戻すること、攝氏三百度に達する時は、永久磁氣は元の三分の一に減ずる。是は炭素量〇・二%の鋼に就きての結果なるも、其量〇・八九%に達するも、略ぼ相等しき結果を得た。尙一層炭素の量多きものは、其の減ずる割合二分の一に及ぶと云ふことである。

鋼を熱すること大凡七百七十度以上に至りて、其鐵がβ又はγ状態に變ずる、而して其磁氣性を失ふものである。實に焼入せる鋼は、β及γ状態より急冷するを以て、此等のものと、α鐵(急冷に際し多少出来る)との混在するものなりと考ふることが出来る。元來α鐵は磁力線を吸収するが、β鐵は今論じた様に磁力線に感應しないものである。此のβ鐵の分子が、丁度車輪に働く齒留

焼入れ
鋼の永久
磁氣を有す
る理由

焼入れ
鋼の永久
磁氣を有す
る理由

めの如き働をする。従て焼入した鋼に、永久磁石となる性が強いと云ふて居る。焼入したり、或は高温度に熱して、β及γ鐵を得る代りに、他の元素を加ふる時は、同一結果となることがある。即ちニッケルの二十五%を、又滿俺の十三%を有する鋼は、普通状態に於て殆んど、磁氣性を有さないものである。總て鋼を高温度に熱したときに、恰もβ鐵に變じた温度が、其鋼を焼入するに最も適當なる温度である。従て細き發條などを焼入する際には、之を利用することがある。其方法は磁石にて引き附け置きながら、之を熱するのである。恰もβ鐵に變じた點で、發條は磁石より放れ、直接に水中などに落ちる、而して十分焼入の効を奏するものである。元來細長き試料は之を熱する際に、適當に處理するは困難であるし、好んで熱度を過す恐があるが、此法であると其害がないのである。

第三章 鐵の錆

鐵を大空中に放置する時は、先づ其表面に錆を生ずる。而して是が段々と其

内部に進んで来る、長年月の終りには、其全部赤錆と變ずるに至るものである。

第一節 錆の成分及其原因

錆の成分

此錆は實に鐵の水酸化物であつて、重に第二酸化鐵の形ちになつて居るが、必ず少量の第一酸化鐵を含んで居る。其他微量の炭酸アンモニア、硅酸などを含んで居る。鐵は錆に變ずると、大に其容積を増すもので、約二十倍にも成ると云ふ。

錆の原因

鐵を空中に置くと、何故に錆びるか云ふことにつきては、古來色々に説があるが、大別左の三つに分つことが出来る。

- 一、過酸化水素説
- 二、炭酸瓦斯説
- 三、電氣分解説

鐵が錆るのは、先づ空氣中に過酸化水素を發生し、其の爲めであると云ふのは、今日は餘り重をなさぬ説明である。

炭酸瓦斯説

炭酸瓦斯説になると、下の如く説明する。水分及炭酸を含まぬ純粹なる空氣又は酸素中にては、鐵は殆んど錆ない、又水中に於ても其水が空氣及炭酸を少しも含有せぬ時には、殆んど錆ない。逆に云ふと、今若し空氣及び水中に少量の炭酸或は之に代用され得べき酸があると、鐵は極めて容易に錆びるものであると云ふ、事實に據つて論定する。而して鐵の錆る爲に、空氣或は酸素と、水と、炭酸とが、三つの大切なる要素であると結論した。

今又水中に亞留加里、石灰など酸類を中和すべきものがある場合は、鐵の錆ることが大に減する。鐵の錆びる場合に、炭酸は如何に働くやと云ふに、先づ鐵が炭酸鐵を成生する、而して之に酸素が働きて、水酸化物即ち錆を造ることゝ説明する。

第三は電氣分解作用に據ると云ふ説明である、水中にては勿論、又空氣中でも鐵の表面に水滴を生ずるから、其鐵中に電壓の變つた個所が生ずる。而して電流を起し、電氣分解を發生し、其の一個所は錆びる。先づ最切に鐵は第一水酸化物に成り、進んで空氣の爲め第二酸化鐵、即ち錆に變ずる。従て鐵の錆

電氣分解説

る度は、其水面にある大氣中の酸素の分壓に、比例すると云ふことである。此等の第二第三の二つの何れが、眞に鐵の錆びる原因であるかは、夫々熱心なる主張者がある。全體鐵の中に電氣分解作用が起ると云ふのは、決して否定出來ぬことであるし、又炭酸瓦斯の働きをも無視することが出來ぬ。實際に錆る多くの場合には、此の二つの働きの、夫々相助け合つて、鐵の錆を起すものであると考ふるのが、最も穩當と想はれる。如何なる種類の鐵が錆び易いか、又然らざるものであるかと云ふは、地金を二つの方面に分けて述べなければならぬ。第一は其の有する化學成分に據り、第二は其の有する組織に據るのである。

第二節 化學成分の關係

其の有する化學成分の關係につきても、十分なる解決を得難いのである。今種々の鐵を濕氣のある大氣中に、二十日間程置いて、其錆びる程度を見た例に、坩堝鋼の内、軟なもの、が最も多く錆びたが、鏡鐵は一番錆びない。併し此等

化學成分の關係

滿俺の影響

硫黄の影響
磷の影響

同じものを海水中、又は淡水中に漬けて試験した時には、丁度反對の結果を得て、鏡鐵が最も澤山錆びた。或は他に酸を含む水中に十日間漬けた時には、其結果は區々で滿俺炭素の量が中程であつて、粗粒を有する鼠銑鐵が、最も多く錆びたと云ふ結果を得た。元來鏡鐵は滿俺の多きものである、是が或る時は最も錆び、或る時は錆ないと云ふのは、錆の多少に關する滿俺の影響を、一定して論ずることの出來ない證據である。併し概して滿俺の多いものは、能く錆びると云ふて居る。

クロームの多き鋼は、濕氣ある大氣や、又は酸類中に於て容易に錆びる。最も害あるは硫黄であつて、此のもの、多き鋼は容易に錆を招くのである。錆の發生を減ずるものは、硅素、磷、又は炭素である。今磷に就き例を述ぶる、日鐵材を水中に入れては、又上げて、錆の試験をなせし結果に據り、其の錆びる程度を比較するに、普通の鍊鐵は、ヨークシャ鍊鐵より九六%少なく、又ヨークシャ鍊鐵は軟鋼より十六%少なしと、蓋し三つに於て磷の含有量が、順次に遞減するのである。

炭素につきて云ふと、硬い鋼は錆びること尠ないものである。炭素の内でも黒鉛になると、少し其の趣が異なつて居る。寧ろ組織の方の關係から來るのである。鐵中黒鉛が粗大に發生して居ると、其の間隙を通じて能く錆びる。併し細き黒鉛を有する薄鼠銑鐵は、其質緻密にして既に錆び難きのみならず、黒鉛其のものは容易に侵されないのであるから、仲々錆びないものである。錆を防ぐに最も効力の大なるは、ニッケルである。此の元素を多量に有する鋼は、海水及淡水に對して、著しき抵抗力を有する。既に三%のニッケルあるものは、ニッケルなき鋼に比して二割三分程、又ニッケルの二十六%を有する鋼は、七割程も錆びることが少ない。此等の現象を試みんとせば、鋼を酸類に漬けて其の腐蝕せらるゝ程度を見て、直に首肯することが出来る。從て此性質を利用して、ニッケル三十%を有するものにて、船舶の汽罐用鋼管を造つたり、又は針金を造りて水雷防禦網に用ゐることがある。

第三節 組織の關係、及電氣分解作用

是は前に述べた様に鼠銑鐵中の黒鉛が、錆に關係あるが如きものである。又鍊鐵にしても鐵滓の多きもの、又其の大なるものを有するものは、其の面を沿ふて錆びる。從て同じ鍊鐵でも、其内にある鐵滓の數の少ないものが、最も錆び難いと云ふことになる。又鋼にしても、其内に瓦斯氣泡の爲めに出來た疵痕がある、又硫化滿俺などを介在して居る、總て此等の局部は、其質堅緻でない、而して錆の進入する徑路を構成するものである。鋼を琢磨し酸にて其の表面を腐蝕すると、所々斑點を生ずるのは、常に此等介在物の爲めである。一つの地金と他の地金とを試験する場合、兩者一樣なる化學成分を有するも、其の錆びる程度に於て、大なる相違を認むることがある。其理由は前記せる如き、組織の相違に歸因する場合もあるが、又他に同一片中に於ける電氣分解作用に基くのである。元來電氣分解作用は鐵の錆を研究するに於て、最も大切なる現象である。例令ば同一鐵片に於て、其化學成分の分配が一樣でない爲め、其局部が互に働き合ふて、電氣分解作用を起し、烈しく錆びることになる。今之を順次に説明する。

鐵の錆を防ぐ爲め、之を種々の物を以て被ふことがある。即ち銅、亞鉛、錫、又は酸化鐵等を以てする。此等の物が完全に其鐵表面を被ふ間は、無論其目的に協ふものである。併し他日、其包被物の一部が剝れ、其部分の鐵が曝露さるゝ様になると、却て該包被物の存在する爲め、電氣分解が起る。而して其鐵を保護するものもあるし、又反對に之を一層烈しく錆びさすものもある。

鐵と接觸して電氣的積極に位する元素、即ち亞鉛の如きものは、鐵を保護する。併し酸化鐵(黒錆)、錫銅等は鐵に對して、一層電氣的消極に位するものであるから、却て鐵の錆を増進する働きを有する。其故に完全なる鐵の包被物としての價値を論ずれば、亞鉛を最良とするものであるが、併し亞鉛其ものは自ら速に錆び消滅すると云ふ害がある。従て寧ろ一つの合金で銅二十五%、亞鉛七十五%より成る白色黃銅が、最も適當であると云ふことである。

マレット氏は銑鐵塊と種々なる金屬類を相接觸せしめて、十五日より六十六日間、新鮮なる海水中に漬け試験した。而して其鐵塊を單獨に漬けた時と比較して、接觸せる金屬の爲め、鐵の錆びる程度の増減を定めて、左の通り分けた。

黃銅にして、銅を三十一%以下有するものは、鐵の錆を減す。而して銅や又は黃銅にして、銅を三十一%以上有するものは、之に反し鐵の錆を増すこと、十乃至六十一%である。尙又青銅は錆を増すこと、六十二乃至二百三十七%に達し。錫は錆を増すこと、三百六十四%に達する。

又近時獨逸國に於て同じ様なことを、シャロットンプルヒ市の水道水中にて試験し、左の結果を得た。

銅は鐵と接觸し、其錆を増すこと二十五乃至四十七%にして、ニッケルは同様に錆を増すこと十四乃至十九%である。

以上の如く、鐵と他金屬とを接觸せしめた場合のみならず、種類の違つた鐵を互に接觸せしめた時にも影響する。即ち銑鐵の内、硬い薄色のものと、軟かい濃色のものとを相接觸せしめしに、其内の軟質のものは、其の然らざる場合より多く錆びたが、硬質のものは却て錆びること少くなつた。

同じ様に、水道の鐵管等の土中に埋没せらるゝものは、濕氣ある土地との間に電氣分解作用が起つて、餘計に錆びる。又船體汽罐にても、飯と鉸釘との間に

電氣分解が起る。此等は何れも種々の鐵の接觸する例であるが、元來種々の鐵が相接觸した場合、何れが先に錆るか云ふ問題は、其記録が一致しない。銑鐵と鍊鐵とが互に接觸せば、一般の例に據ると、鍊鐵の方が澤山侵さるゝ、併し反對の場合もある。鋼と鍊鐵とが接觸すれば、普通に鋼の方が餘計に錆びる、併し又反對の場合もある。尙又、其接觸が長くなると、前とは反對の現象を呈すことがあるが、一般に始めより其の錆びる速度が減じて來る。過熱した鋼と、適當に熱したものと接觸すれば、後者の錆が増進する。

鐵に力を加へ、或は曲げなどしたものを酸類、鹽類の溶液中に漬けた場合には、其鐵片の内での力の加はらざりし部分が能く錆びる。同一の鐵内でも精密に云ふ時は、其局部々々に其成分の異つたものがある。殊に硫黃の分配が、一樣でない、又局部に依り力を受けた程度の、異つたものがある。又其の表面の狀態が變じて居る、唯に形狀のみならず、或は鐵肌等の附著することがある。従つて前に述べた様に、種々異なつた性質を有する鐵を、接觸せしめた場合と同一結果になる。同じ一枚の鐵板の内でも局部に噴火山の如く、丸く凸まり

錆の發生することがあつたり、又は一方面が殊に能く錆びたりするのは、皆此等の理由から來るのである。

第四節 鍊鐵と軟鋼との比較

以上大體に於て鐵の錆びることを、其化學成分と又其組織との二方面から論じたが、尙ほ鐵材中にて、最も一般に建築構造に使用する材料、即ち鍊鐵と軟鋼の二つに就きて、錆びる程度を述べるのである。

元來鐵の錆びると云ふことは、其鐵を使用する上に於て、最も忌み嫌はるゝ點である。此害を恐るゝ爲め、全然鐵を使用することの出來ない場合がある位である。昔日は鍊鐵を總ての材料として使用せしものなるが、其後軟鋼が世に出で、其強力等の性質が著しく優秀であるから、全然鍊鐵の位置を奪つた有様である。恰も軟鋼が鍊鐵に代用され始むる時代に、既に大仕掛の試験をして、鍊鐵と軟鋼との錆びる程度を比較したものがあつた。

即ち西曆千八百八十年に、英國にてはパーカー氏は、鍊鐵と軟鋼との種々の鉄

を作つて、之を別々に二百五十日より四百五十五日間或は倫敦市の屋上に曝し、或は海水中に、又は種々の船舶の汽罐中に、又は其機關室内に放置して試験した。其結果に據ると、錆びる程度が鍊鐵の方に少なかつた。即ち軟鋼が五に對して鍊鐵は四の割合であつた。此結果を見て、直ちに軟鋼は錆びることが烈しいものと、速断することは出来ない。夫は此場合に兩者の成分を比較するに、軟鋼の方に最も有害な硫黄が多かつた。即ち軟鋼には〇・〇六%あるに反し、鍊鐵の硫黄分は僅々〇・〇一%乃至〇・〇三%に過ぎなかつた。他に鍊鐵と軟鋼との比較研究の例がある。即ちマレット氏は海水中に、又アンドリユ氏は水中にて試験せしに、鍊鐵の方が多く錆び。又ルデロフ氏の試験にては、鐵を種々のものに漬けしに、其内鹽基性ベセマー法にて製した軟鋼飯が、最も澤山錆びたと云ふ結果を得た。クルップにてなせる試験の結果に據れば、尋常の大氣中、溫き給水又汽罐水中にては、鍊鐵も軟鋼も略同じ様に錆びる。溫き濕氣ある空氣、又は海水中にては、却て鍊鐵の方が澤山錆びた。又最近ハウ氏の米國製管會社の依頼に應じて

鍊鐵が錆びる理由

なせる實驗の結果に據れば、溫めて空氣を吹き込める海水中に於て、鍊鐵が軟鋼より澤山錆びた。

以上の様に鍊鐵と軟鋼とを色々試験すると、其時々に応じて全く反對の結果を呈することがあるので、何れとも決定がつかぬのである。之れ試験片を鍊鐵軟鋼と區別した所が、同じ鍊鐵の内でも、出来る丈け含有鐵滓の小さい、又其量も尠ない、即ち鍛鍊仕上の最も丁寧に行はれたものが、最も尠しく錆び。又軟鋼にては、瓦斯氣泡も少なく、實質中に成分の不同もなく、硫黄も尠なきものが、最も錆びることが尠ない。然るに錆びることの尠ない、即ち善良なる品を選択する爲めには、鍊鐵の鐵滓の少ないものを選ぶ方が、軟鋼の氣泡の少ない、硫黄の少ないものを選ぶより、寧ろ容易であるから、錆びることの尠ない鍊鐵は、得易いのである。

併し大體に於て決定した事實は、こゝである。高熱の蒸氣に作用せらるゝ場合、即ち汽罐用材としての場合には、軟鋼の方が僅か錆び。又大氣中に於て殊に濕分の多き場合には、鍊鐵の方に錆が少ないと云ふのである。從て此理由

に基いて、鍊鐵は船舶中の汽罐を据た底の船板、又は普通の家屋の屋根板等に好んで使用せらるゝのである。

第四章 鐵材の試験法

總じて鐵材を試験する其要領は、其の使用すべき目的に應じて、之に適合すべきものなるや、否やを確むることである。鐵材を使用する途は種々雜多である、從て其試験法も様々である。

第一節 化學分析法

先づ第一に來るは化學分析法で、其の有する成分を知ることである。即ち前に毎度述べた様に、鐵材の化學成分の如何に準據して、其の種々の性質が伴ふのである。從て根本的に鐵材の性質を研究調査せんとせば、是非此化學分析に頼らねばならぬものである。併し完全なる化學分析を爲さんには、數日間を費さねばならぬ次第である、從て到底日々の作業實地に於て、之を應用する

鐵材の化學分析法

ことは容易でない。製造業者の方であると、日々の仕事に鐵材の成分を確めて、製品の適不適を定むる標準として居るが、併し鐵の使用者の側であると、時と場合に應じてのみ之を利用するのが普通である。

普通使用する鐵材中の、化學成分の重なるものに就きて、其の主なる作用を擧げると、炭素は鐵材に種々の性質を與ふる、最も大切なるものである。例令ば鐵の強さと、硬度を増すものであるが、段々之れと同時に靱性を減するものである。鐵材中の炭素を簡單に定量せんとせば、三十分位で結了する。又滿俺も鐵材に及ぼす影響は炭素と同様であるが、其程度が低い、又此のものは硫黄及酸素の害を除く効力がある。是は一時間位で定量することが出来る。硫黄は鐵材の可鍛性を害するものである、三十分間位で定量出来る。又磷は鐵材を脆弱ならしむる有害物である、一時間位で定量することが出来る。

化學分析を爲すよりか、一層簡單であつて、而して日常應用して居るものは、其可鍛性、鍛接法、及靱性等を試みて鐵の性質を知るのである。

鍛材の鍛
錬試験法

第二節 鍛錬法、及鍛接法

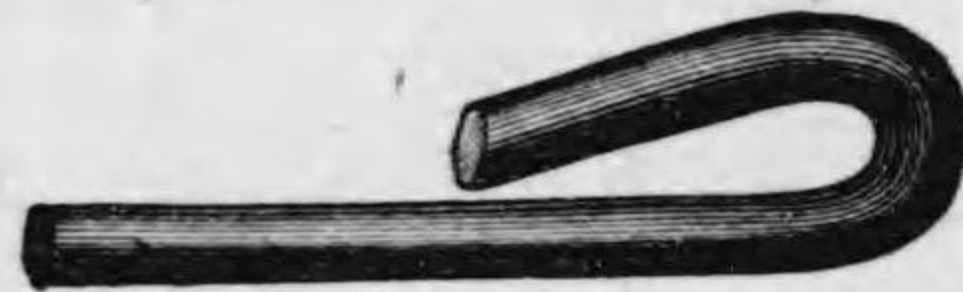
炭素の量が鐵中に多くなれば、益々其可鍛性を減ずる。可鍛性を試みんには、

簡單なる鍛工火窪にて鐵を赤熱したるものを鍛錬し薄く延ばして、其の周りに割目が出来ないものは、良好の性質を有するもので

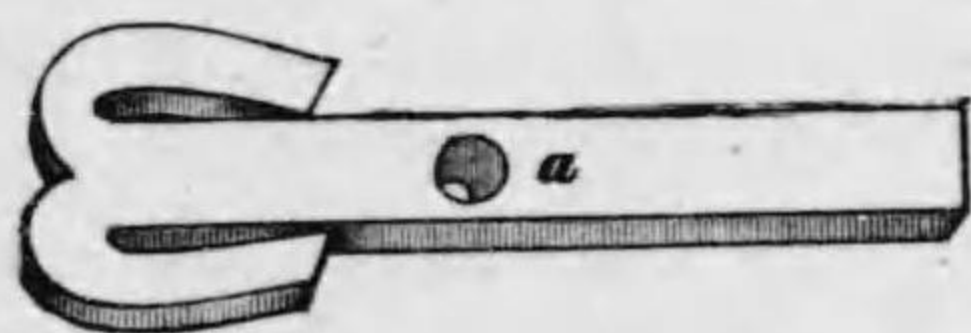
第八十六圖 平鐵鍛錬試験片



第八十七圖 丸鐵鍛錬試験片



第八十八圖 鐵材鍛錬試験片



ある。又試験片が種々の形状のものであると、それに應じた試験をする。即ち平形のものには第八十六圖の如く、幾枚にも折り重ね、又丸棒等であると第八十七圖の如く之を敲き重ねて、其外側に割目の出来たか、出来ないかを以て識別する。又短かき丸棒、角棒で其の高さが太さの二倍になつて居るものを採

鍛材の鍛
接試験法

り、鐵槌にて敲き潰すことがある。其場合に試験片が鋼なれば、元の高さの二分の一に潰ぶされても、其周圍に割目が出来ないし、又鍊鐵であると其の三分の一迄潰ぶされても、同様に割目の出来ない位のものである。其他に嚴重なる試験法は、幅一寸、厚さ三分位の鉄を採りて、其一方を第八十八圖に示す通り二寸位割り裂きて、其の各々を左右兩側に折り曲げ、外部に割目の有無如何を見るのである。又鉄の中央に、圖中aの如き五分以上の穴をあけて、其の穴のある局部を折り曲げて同じく割目の有無を見ることもする。鍛接法 鐵材を鍛接して見て、而して其の善良にして純粹なるものなることを慥むる。先づ其作業の難易を試み、又其局部を折り曲げ、又は引き延ばして鍛接の完全なるを知るのである。

第三節 常溫作業法

常溫度に於て鐵材を作業する、而して其靱性其他を試験するのである。主として軟鋼、又は鍊鐵に應用せらるゝ方法である。

鐵材の常
溫作業試
験法

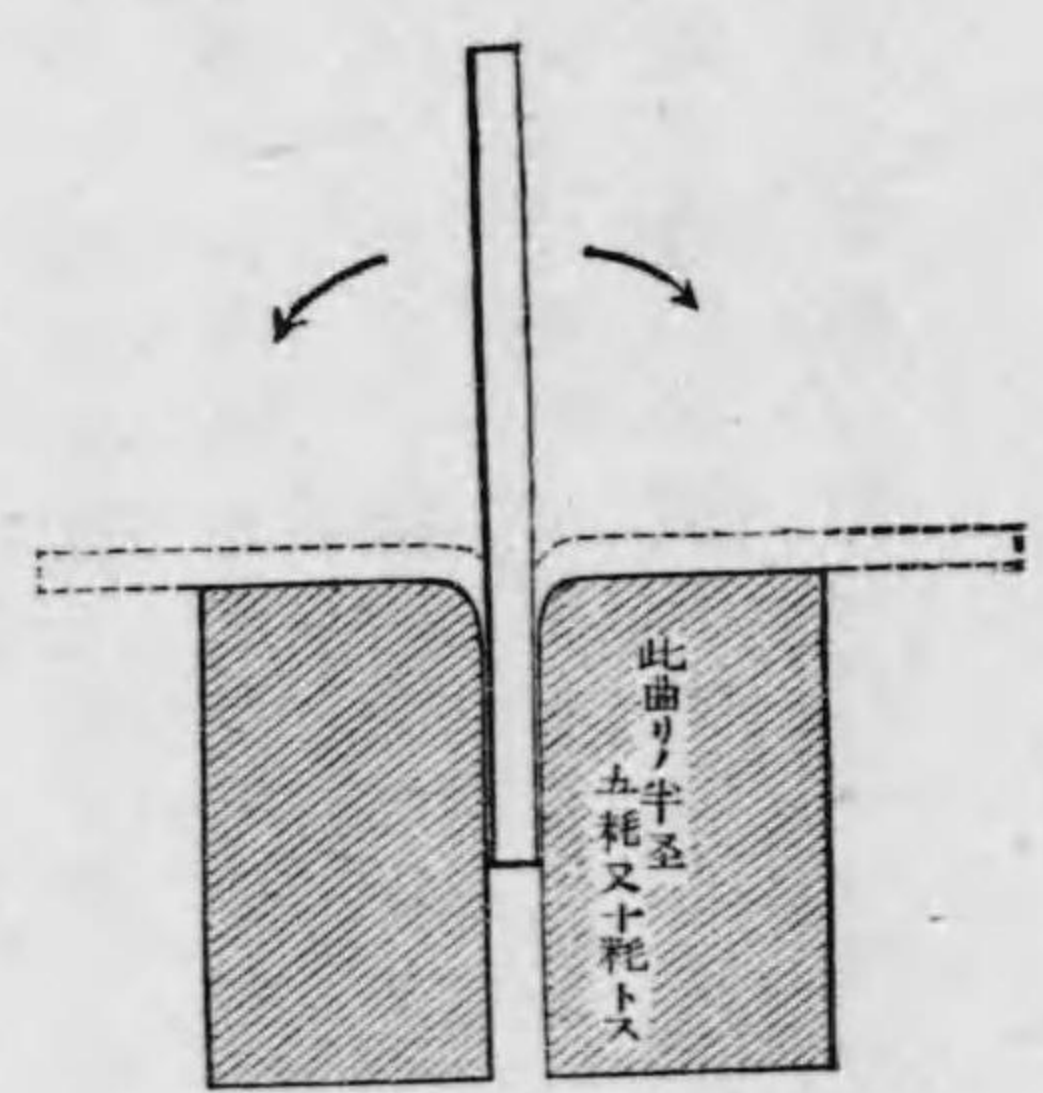
總じて鐵材は、其の以前に享けた作業方法如何に據りて、其性質が異なるものであるから、之を一定にする爲めに、先づ準備作業として鐵を赤熱より、攝氏二十八度以下の水中に漬けて急冷する。而して後に試験法に處する、斯くして地金自身の有する性質を確め得る様に、他の影響を出来る丈け、一定することを勉めて居る。

今其の鑄製したもの、硬軟(主に含有炭素の多少)を試みんとせば、斯く焼入した鋼を打ち折り、其破面の有する粒の大小を比較する。熟練すると極めて精密に、炭素の多少を知ることが出来る。

又鐵材の靱性を試みんとせば、夫が極軟鋼であると、其徑二分乃至一分五厘位の丸棒は、常溫度に於て之を折り曲げて全然重ねても、其外部に割目を生せぬものであり、又五分位の丸棒であると、同じく之を五分の心金の周りに、折り曲げて割目の出來ぬものである。又角棒であると、其角を少し鈍にて丸めた上に、之を折り曲げて見る、又時により行ふことは、鐵材を薄き圓板に鍛鍊して焼入し折り重ねて見る。其他種々の形狀を有するもの、例令ば山形鋼、丁形鋼等

針金の試験法

第九十八圖 針金の折り曲げ試験法



になると、夫々其脚部などを折り重ねなどして試験する。
針金も第八十九圖に示すが如き、装置にて、九十度丈け折り曲げて返すこと即ち總量百八十度丈に耐へ得る度數にて試験する。今徑二耗の針金であると左に示す成績を有する。

種	類	抗張力(平方耗吋)	曲げの度數
硬鋼		一八五	五
半硬鋼		一〇〇	六乃至七
鍊鐵		四六	八乃至九

第四節 擊衝試驗法

鐵材を實地に使用する場合に、擊衝を蒙るものが多い、従つて鐵材の試験法も之に據らなければならぬことが多い。(第三百十一頁参照)

帝國鐵道院では、四呎の軌條を採りて三呎六吋の徑間を置き、今十五呎の高さより、半噸の重錘を、其中央に落下して、少しも破損を生せぬものであり。或は軌條上に十五噸の荷重を載せて、半吋以上の曲りの、生せぬを要することになつて居る。近來此種の試験に益々重きを置く様になつた、鐵材は多く擊衝作用を享くるもので、一瞬時の間に力の加はるゝ場合が多い、大砲、小銃等の材料は、勿論のこと、鐵道材料なども然りである。従つて各種の精密なる試験法が發明せられた、其内でもシャルビー氏の方法が好いと云ふことである。其要領は普通三十耗角の試験棒を作りて、其の一方に溝を切り、之を水平に亘して置いたものに、重錘にて横合より擊衝を加へる、而して其の試料を打ち折るのである。其の際に重錘に、尙ほ何程位の勢力が残つて居るか、夫を檢定して而して其試料を擊衝で折つた爲め、費された勢力を計る方法である。

第五節 牽引試験法

現時尙ほ諸試験法中で重きをなすのは、此牽引試験である。是は古來種々の装置が發明せられた爲め、十分精密なる測定をすることが出来る。

扱て抗張力と云ふことは、引張りに抵抗する力である。今一つの長さ棒を採り、精密に其大きさを測定して置く、今之に徐々と力を加へて引張るに従ひ、長さが延びる。而して弾性界迄は、其の引張る力を廢すると、再び元の長さに收縮するが、此の界を越すと、最早弾性なく元の長さにならない、語を換へて云ふと地金は永久に延びる。今其以上に牽引力を増加すると、終に試験棒が引き切れる、即ち破斷界に達する、普通に抗張力は此破斷界を表示するものである。

此等の力を表はすに、一平方吋の面積に對して英國にて噸、又米國にては示して居る。獨佛等歐大陸にては、一平方耗の面積につき、斤にて示すことになつて居る。此等の異なつた單位で表した數の換算數は、卷尾に表を以て示してある。

試験棒の採取法とその形状との影響

鋼と鋼

三四八

又引き切れた時の全體の延を元の長さに対して百分率に表示して之を延伸率と云ふて居る。又試験棒が引き切れた其切れ口は殊に縮小するが其面積の收縮を百分率にて表して之を收縮率と稱して居る。此等の延伸率と收縮率とは地金の韌性を代表する數字にして居る。尚注意すべきことは試験棒の採取法と其形状等である。同一鐵片より採取した數多の試験棒につき研究するに著しく相互に相違せる結果を得ることがある。以前普通に取扱つたものは試験棒を一定の太さ及長さに削り上げたものである。然るに近來は此手数を費さずに供試片の形状に應じて種々の試験棒を造つて居る。例令は山形鋼であると、其一邊を切り落し適當の長さになして直に牽引試験機に處する。一般に得た研究の結果に據れば鋼材を壓延機にて仕上たまゝのものと、其表面を削りしものとを比較するに、前者が抗張力及延伸率に於て優秀である。西曆千八百八十五年、米國政府試験所に於て得たるものを擧げる。

試験棒の採取箇所

試験圓棒の徑	抗張力(平方耗斤)	延伸率(八吋にて)%	收縮率%
四分の三吋に壓延せし儘	四六二五	二七五三	四二七
八分の七吋のものを四分の三吋に削る	四五七二	二五三〇	四二〇

又同一鋼片中試験棒を採取せし箇所により異なつた結果を得る。大概ね外部のものゝ抗張力及延伸率に於て勝ると云ふ結果を得た。而して眞の中心部のもものは、最劣悪なるものとする。併し此結果は色々其場合に應じて變ずる爲め、一概に斯く斷定することは出来ない。八幡製鐵所に於て今泉氏は、二吋四分の三大の角鋼の、色々の局部より、試験棒を採りて左の結果を得た。

試験棒を切斷せし箇所	抗張力(平方耗斤)	延伸率%
鋼材の角隅	六三七九	一八・五
鋼材の側邊	六四・一〇	一七・〇
鋼材の中心	六六七八	一二・九

第六編 鋼の性質及其試験法

三四九

右の結果に據れば、中心部は丈夫ではあるが、著しく其靱性が少ないと云ふことになる。

鋼板を試験する場合に、長さに沿ふて試験棒を切断せしものと、横に之を切断せしものは、其結果が異なるものである。フント氏の得た結果に據ると、三十吋迄の幅を有する板に於て、殊に其差異が著しい。即ち板の長さに沿ふたものは、抗張力に於て其一分延伸率に於て其二分五厘迄、卓越して居ることを發見した。板の幅三十吋以上のもの、又は米國流にスラブより壓延せしものは、此差尠なしとのことである。

試験棒の太さを變ずる場合には、其大なるもの程其強さを減じ、靱性を増すことになる。

試験棒が長方形なる時、其幅の大小に應じては、大なる差違はない、併し多少其幅廣きもの、延伸率は多く、之に反して收縮率は減少する傾がある。

試験棒の長さ(標點距離)に關して、最も影響を享くるものは其延伸率である。今カンペル氏は、左の通りの結果を得た。

鋼板の抗張力

試験棒の長さとの延伸率との關係

試験棒の長さ(徑は四分の三吋)	抗張力(平方吋)	延伸率%	收縮率%
二吋	四二・六六	四七・四三	四二・二七
八吋	四二・二七	三〇・一六	六六・八
一四吋	四二・二二	二六・七六	三〇・一六

尙八幡製鐵所に於て多數の試験をなした。同所にて試験棒の長さは、二百耗を標準とする、其場合の延伸率を百とすれば、他の長さを有するもの、延伸率を、左の通りに相當するものと決定して、他の場合の率を換算することにした。

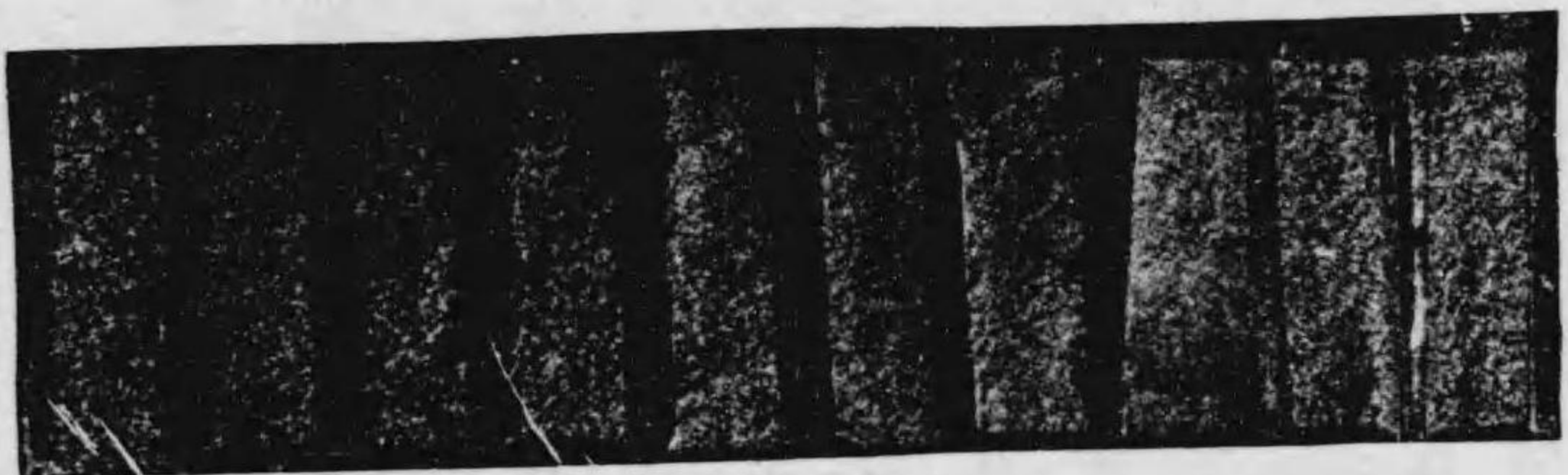
鋼の種類	標點距離(耗)	延伸率%	收縮率%
一號乃至三號の延伸率%	二〇〇	一〇〇	五〇
四號乃至六號の延伸率%	一〇〇	一二五	一五〇

第六節 焼入試験法

硬鋼に試みる方法である。或る鋼は焼入して、目的通りの硬度を得べきものであるや、又は如何なる温度より急冷すれば、最も適當に焼入し得るやを知る方法である。

メトカフ式試験法は此場合に、最も適當の方法である故之を説明する。今其小口五分乃至六分五厘位の方形鋼棒を採つて、之を常温又は紅熱状態で、五分づゝ位の距離に、約九個の切り目を附する。之を熱するに當りて第一の切目の部を、清淨な鍛工火窪に入れ、他部は出來る丈け直接の火熱に依らずに、其鋼の熱傳導力で之を熱する様にする。今第一切目の部を火花の散る迄強熱し、最後の部は暗紅色になる様に熱する。其時鋼棒を取り出し、急に水中にて冷して焼入する。而して能く乾して鏽にて、各部を一々試験して見ると、最先端は極度の硬さを有する。是は焼き過ぎの結果である。之に次ぐ部分は、次第に其硬さを減する。併し多くは其六番目と八番目との間に位するものになると、此部は最適當なる温度で焼入したるものであつて、其硬さ再び増進して殆んど最先端と同じ様に硬い。更にそれより後方に移るに従ひ、徐々に軟かく

第九圖メトカフ式焼入試験料の破面



なり、鋼の自然硬になるのを認める。扱て此の切り目を萬力にて挟み、鋸にて打ち折ると、第一の部は甚だ脆いけれど、之に次げる部は段々と最後に至る迄、其靱性を次第に増加する。今其破面を視察する。第九十圖は炭素一%を有する鋼を、此方法に處し其破面を寫したものである。第一の部圖中左側では結晶粗く、白き光りを示して居る。是れ燃燒状態を示すものである。夫から段々右に破面を精査すると、粒は前記した全棒の三分の二程に至る迄は愈々少さくなる。第七番目に位するもの、破面は等齊で、天鷲絨の様に光つて、個々に分離する粒を示さない。即ち曩に此部分が、享けた程度の温度が、此鋼を焼入する場合に、最適當なるものである。

又或る鋼を水中に焼入して、焼き割を生ずるなどの場

合には、之を油中に焼入して試みる。而して適當なる冷却液を見附出すのである。

第七節 腐蝕試験法

鐵材を平に琢磨して、種々の溶液にて腐蝕すると色々の模様が表示されて地金を検査することが出来る。地金中の質密ならざる部分、即ち氣泡、收縮空虛孔又鐵滓の痕は、最も速に腐蝕剤が進入し得る。従て腐蝕の度強く、局部に凹が生じて、之を明にすることが出来る。又同じ地金中でも殊に磷分、硫黄分の集積し居る部分が腐蝕せらるゝこと甚しいから、之を認識することが出来る。従つて少し經驗を積む時は、其の腐蝕した面を見て、地金の善惡を識別すること適ふ様になる。腐蝕するには、先づ地金を平に削りて、後最細な鏝にて之を仕上げれば澤山である、而して之を腐蝕剤に漬ける。又大なる材料なれば、蠟にて其周圍に土手を作つて、腐蝕剤を上注いでよいのである。腐蝕剤としては稀硫酸、稀鹽酸、硝酸又はピクリン酸(五%のアルコール溶液)、沃

度液(一リールルの水に、二十瓦の沃度加里と、八乃至十瓦の沃度とを溶解せしもの)を用ゐるが、最も良きものは、伯林のハイン教授の鹽化銅あんもにや溶液(十二瓦の該鹽類を百立方厘の水に溶解す)であると思はれる。之れで地金を數秒間腐蝕すると、銅の沈澱が其表面に沈定するから、之を刷毛にて擦り落すか、又は稀鹽酸にて洗ひて、地金の表面を表出するのである。

腐蝕せしものは能く水にて之を洗滌し、又は沸湯水中に漬けなどしたものを尙はアルコールにて清める、後急速に之を乾燥せしむるのである。今其表面を長く保存せんと思ふ場合には、腐蝕した面を熔融蠟中に漬けて、其表面に蠟を附ける、而して餘計に附たものを、布類にて拭き取るのである、又コロヂアンを塗布することもある。

今腐蝕試験をした試料につき、實例を擧げる。鋼板より採斷して得た、牽引試験棒の破面を見ると、普通は第九十一圖イにある通りの、狀況を示すものであるが、或る劣等の鋼板の破面は、同圖ロに示すが如き、横に平行に筋が通り、階段状態であつた。今此のロ片を採りて、腐蝕試験に處せしに、ハに示す如く横

圖一十九第 料試験試蝕腐



に黒線の表るゝを認めた。是れ明に磷分、硫黄分の集積せる、所謂ゴスト線であることを知つた。今又甲、乙二種の軌條を採りて、實際に使用せしに、其保存期限に著

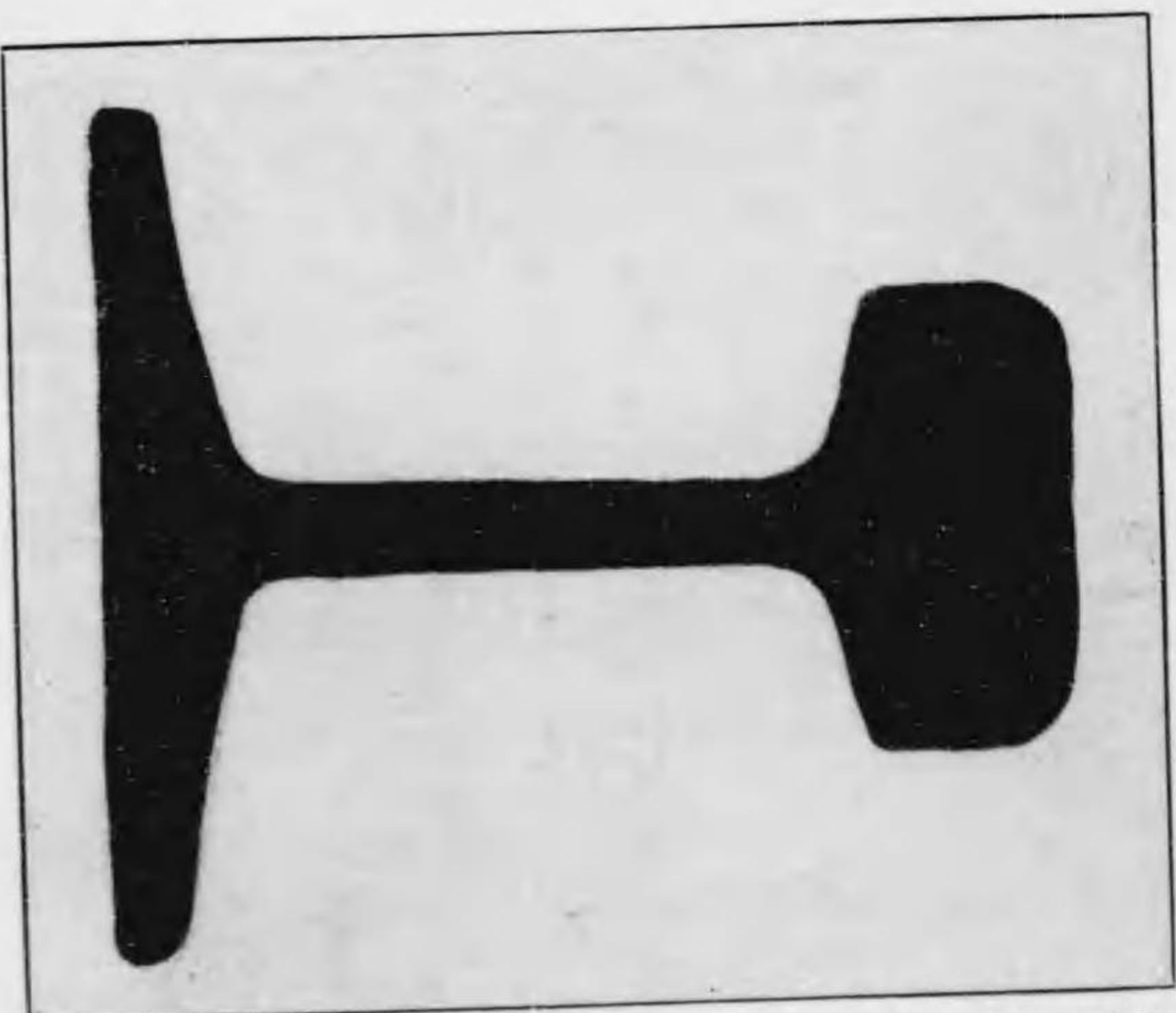
しき相違があつた。即ち甲は其の磨滅せらるゝ尠なく、永く使用に堪たが、之に反して乙は、磨滅消費せらるゝこと烈しかつた。然るに兩者の有する化学成分、又其牽引試験の結果を見るに、左に示す通りであつて共に優劣なく、先づ二者共良品と云はねばならぬ。

	炭素	硅素	滿俺	磷	硫黄	抗張力 (平方 耗疳)	延伸率 ($\frac{200}{\%}$ 耗%)
甲	〇・三五	〇・二〇	〇・八六	〇・〇七	〇・〇三	六五・六	一八・七
乙	〇・二九	〇・二二	一・〇二	〇・〇七	〇・〇四	六五・二	二二・〇

然るに此等甲、乙二軌條を採り、腐蝕試験に處せしに、其組織に於て大なる相違



第九十二圖劣なる乙軌條の腐蝕面



第九十一圖良質なる甲軌條の腐蝕面

腐蝕試験
により原
鑄塊の質
を知る

あるを認めた。第九十二圖は甲軌條の腐蝕面であるが、其全部に亙つて、一樣に堅緻なる組織を示し、原の鋼鑄塊が氣泡、收縮管等の空虚孔を有さざる良品なることを知りたるに反し、第九十三圖に於ける乙軌條を見るに、其組織一樣ならず無数の黒帯を現出し、原の鑄塊の最も劣悪なるものなりしを明にした。是れ其鋼質は兩者に於て、殆んど相等しきも、其使用保存期に於て大なる差違あるを證明するものである。

尙此等腐蝕法に依り鋼鑄塊と、而して其より造つた鋼材との關係を、明にし得ることを示さんが爲め、第九十四圖以下の寫眞を擧げる。

第九十四圖は一つの鋼鑄塊の頭部を腐蝕せしもの、第九十五圖は同鑄塊を壓延して得たる工形鋼材の頭部にして、恰も第九十四圖に相當すべき部を、腐蝕して撮影せしものである。第九十六圖は同上鑄塊の底部又第九十七圖は之に相當する工形鋼材の底部を撮影した。第九十四圖又第九十六圖に於て、見るべき大黒點は、皆鋼鑄塊の氣泡を示し、殊に處々に黒線の現出ありて、其の隣分等の析出し集積するを知つた。然るに第九十五圖及第九十七圖に於ては、