

77  
26



始





向井哲吉著

最新  
簡易製鐵術

東京 丸善株式會社

大正  
4. 11. 22  
丙交



## 例言

- 一 此書の目的は専ら製鐵竝に是に關聯する作業の方法及び順序の概要を述べ製鐵の要領を解得せしめんとするにあるも必要なる作業に就ては多少専門的に記述する所あり
- 二 鐵冶金術の範圍は誠に宏大多岐なるを以て當時は専門的作業に區別するに至れり故に本書も亦其順序に依り第一編には一般製鐵上必要な關係作業鐵の性質等第二編に銑鐵第三編に鍊鐵并に鋼鐵の製造第四編には造形加工に關するものを記述せり
- 三 此書の第一版を編せしより既に二十餘年其間に於ける製鐵業の進歩は實に驚く可きものあり本書は全然其趣を改め陳腐のものは删除し發明改良の顯著なるものは追加せり



四 本書は簡易を主旨とし要領を摘記せんとするにあるも元來淺識にして意を悉さざるもの多かるべく又用語は其當を失ひ理解困難なるもの尠なからざるべし幸に推讀あらんことを望む

大正四年七月

著者識

# 最新簡易製鐵術目次

緒言 附製鐵略史……………一

## 第一編 總論

第一章 鐵の分類……………五

第二章 鐵化學……………一〇

炭素(一) 滿俺(三) 硅素(四) 磷(五) 硫黃(六) 銅(七) ニッケル  
タングステン、クローム、モリブデン、バナヂウム、  
(八) アルミニウム、チタニウム 水素(九) 窒素 酸化炭  
素、酸素(一〇)  
酸化、還元(一一)

第三章 鐵の理學的性質……………二三

可溶性、可鍛性、鍛接性、可硬性、抗力、彈性、韌性(三十一、三十二)

目次



破面肌理(五) 熔解點, 比重(七)

第四章 鐵 鑛……………二七

磁鐵鑛 赤鐵鑛 褐鐵鑛 菱鐵鑛 粘土及炭鐵鑛(一)  
媒熔劑(三)

第五章 燃 燒……………三三

完全燃燒(三) 不完全燃燒(四) 熱力(五) 熱度(七) 火焰(九)

第六章 燃 料……………四〇

樹木, 泥炭, 石炭(四) 木炭(五) 骸炭(六) 流動體燃料, 瓦斯  
體燃料, 天然瓦斯(五) 熔鑛爐, 瓦斯, 瓦斯發生爐, 瓦斯  
(五) 瓦斯發生爐(六)

第七章 爐……………五六

炎土, 高爐(七) 熔爐(八) 瓦斯式熔爐(九) 半瓦斯式熔爐  
(六) 間接加熱爐(六) 自熱爐, 電氣爐(六)

第八章 爐 材……………六三

酸性(六) 中性(六) 鹽基性(六)

### 第二編 銑鐵製造

第九章 銑鐵の分類……………六八

鼠銑(六) 白銑, 滿掩鐵(七)

第十章 熔鑛爐……………七一

第十一章 風……………七八

送風機(七) 熱風爐(八)

第十二章 鑛石及び媒熔劑の準備……………八六

撰鑛(六) 燒鑛(七) 混鑛, 配鑛, 裝爐(八) 硅酸率度(九)

第十三章 熔鑛爐の作業并に鑛爐内に起る變化……………九一

爐内に於ける化學的進化(九) 疎成熟成進化(九)

第十四章 熔鑛爐の製出物……………九九

鼠銑(一〇) 白銑(一〇) 鏡鐵(一〇) 滿掩鐵(一〇) 鑛滓(一〇) 鑛爐瓦



第十五章 熔鑛爐の故障并に吹留め……………一〇八

第十六章 電氣熔鑛爐……………一一〇

第三編 鍊鐵及び鋼鐵製造

第十七章 鍊鐵及び鋼鐵の分類并に其性質……………一二二

類別諸元素の作用(二六)機械的加工の作用(二〇)

第十八章 鍊鐵製造……………一二一

一 直接製鐵法……………一二一

炎土製鐵(高爐製鐵(二二)踏鞴製鐵(二三))

二 炎土精鍊製鐵法……………一二六

左下鐵精鍊(二五)

三 攪鍊製鐵法……………一三〇

第十九章 鋼鐵製造……………一三四

一 坩堝鑄鋼法……………一三五

坩堝(二六)熔鋼爐(二七)作業順序(二八)

二 吹製精鍊製鋼法……………一四〇

酸性精鍊法(ベセマー法)……………一四二

鹽基性精鍊法(トーマス法)……………一四六

三 平爐製鋼法(酸性及び鹽基性法)……………一四九

四 電氣製鋼法(弧光式及び誘導式)……………一五七

五 鑄造作業……………一六一

六 鋼鐵の現場試験……………一六三

第二十章 滲炭鋼製造法及び脫炭鐵製造法……………一六五

滲炭鋼製造(二五)脫炭鐵製造(二七)

第四編 造形加工

第二十一章 鍛鍊加工……………一六九



一 跳揚鏈……………一七〇

二 汽鏈……………一七一

三 推壓機……………一七四

第二十二章 壓延加工……………一七八

一 粗壓延……………一八七

    鋼塊壓延機……………一八八

    鋼片壓延機……………一八九

二 條鋼壓延……………一九〇

三 鈹鋼壓延……………一九二

    厚鈹壓延機……………一九二

    薄鈹壓延機……………一九三

    ユニバーサル壓延機……………一九五

四 線材壓延機……………一九六

五 精整作業……………一九七

六 特種壓延機……………一九八

    鐵管(鋼管)壓延機……………一九八

    輪鐵壓延機……………二〇〇

第二十三章 加 熱……………二〇一

第二十四章 鋼質調整及び防銹……………二〇五

    鋼質調整(05)防銹(07)……………二二二

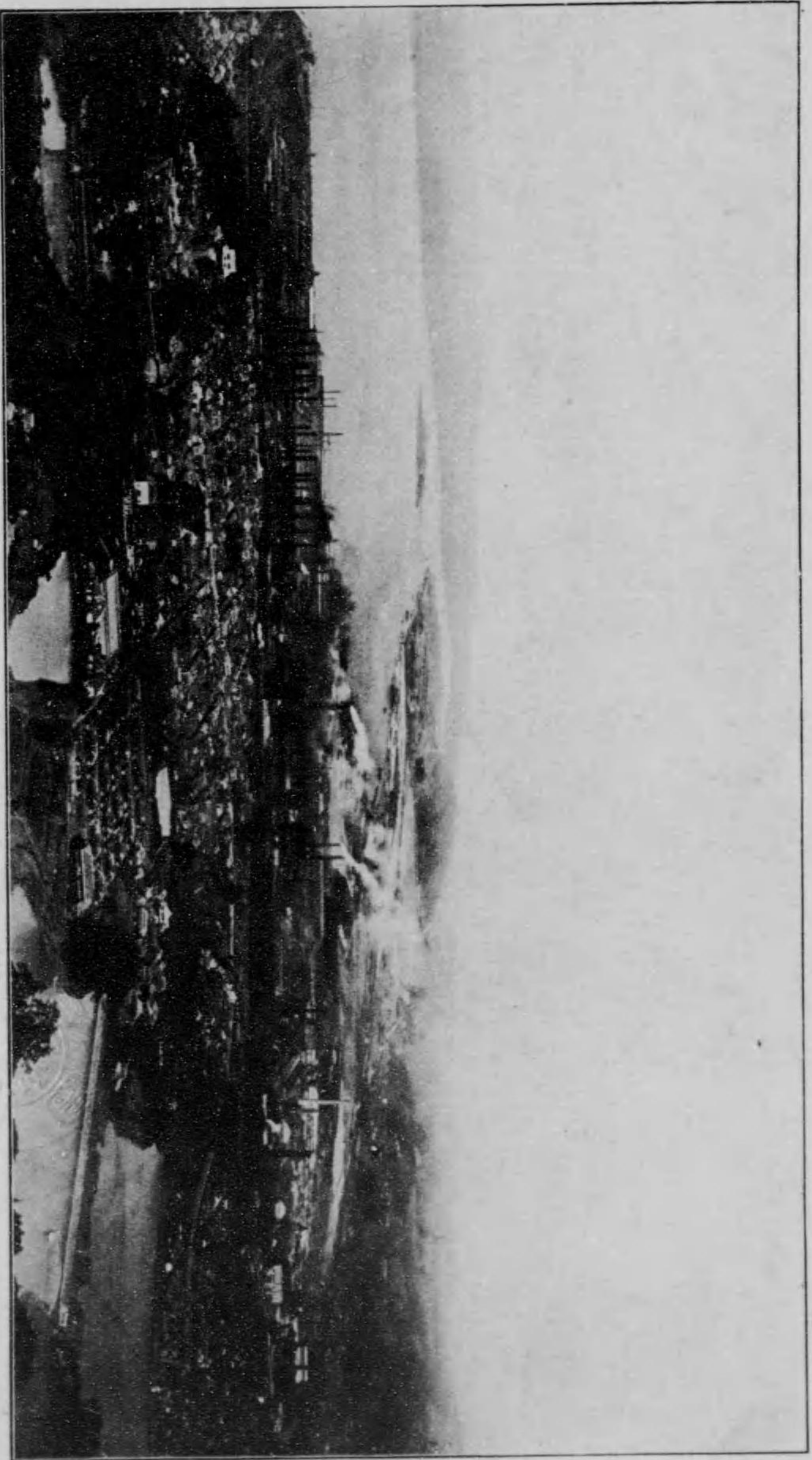


目次

八

最新  
簡易製鐵術  
目次終





嚴禁複製

福岡縣八幡製鐵所全景





# 最新簡易製鐵術

向井哲吉著

## 緒言

抑も鐵が測るべからざる勢を以て世上に供需せられ其製造は益發達して底止する所を知らざる所以のものは地球上に存在する金屬中礬素に次ぎて最も多量を産出し且つ鐵は總べて工業上の目的を満足せしむるに足るべき極めて多様な性質を具備するにあり而して天然に産出する鐵礦より精鍊して鐵となし更に加工して百般の工業に充用すべきものを製出する術を製鐵術又は鐵冶金術と云ふ

鐵冶金術は其領域極めて廣く規模宏大にして作業も亦頗る複雑なり故に是を次の如く三大別して各専門の業と爲せり即ち

一 鐵礦中に夾雜する他の物質を驅除して鐵分を還元して銑鐵を製す是



れ製鉄の主要なる作業とす  
 二 銑鐵を精鍊して其不純物質を驅除し鋼鐵と爲す是れ製鐵製鋼の主要なる作業とす

三 製鐵製鋼作業に依り製出せるものは未だ直に工業材料として充用する能はず更に加工して適當の形と爲す是れ製品の主要なる作業とす  
 却説人類が鐵を使用し始めしは歴史以前よりにして果して如何にして是を得しかは更に詳かならざるも恐らくは地球上自然の作用により還元露出せるものか又は地球外より墜ち來れる天隕石として金屬のまゝ、自然に得られたるものを以て充用せしに外ならず斯くて人智の開進するに従ひ初めは至つて還元し易き鐵鑛焚火中にて還元し鐵を得たるより茲に人工的に鐵を造ることを覺えたるものなるべし

斯の如く冶金的に鐵を製出するに至り更に木炭を以て處理すべき方法を發明し爐の如きも至つて簡單にして恰も炎土に類するものを以てし送風には極めて手輕なる轆を用ひしことは現時未開の蠻地に於て使用するものを

見ても推知すべきなり

歐洲に於て水力を利用して送風の量及び風力を強大にし熱度を高くし銑鐵を製するに至りしは約五百年前にして現今の熔鑛爐の創始なり其後原動力に蒸氣を用ひ銑鐵を精鍊して鍊鐵を製出するに至り鐵の製産額大に増加せると共に需用も亦益増進し終に所在木炭の缺乏を來たしたる折柄恰も石炭を薰燒して骸炭を製し製鐵の燃料に應用することを發明せし以降は製鐵業は隆々として躍進し今日の隆盛を見るに至れり

往昔鋼鐵は悉く鍊製せるもの、みなりしが西曆千七百三十年頃坩堝を以て鋼鐵を熔製することを發見せしも其量大ならず専ら鍊製のものを以て一般の需用に充たり西曆千八百五十五年英人サー、ヘンリー、ベセマー氏ベセマー熔鋼法を發見し茲に製鐵上に一大革命起り鑄製鋼の量非常なる増進を爲し爲に鍊製法を壓迫せしに更に西曆千八百六十五年佛人マルタン氏シーメンス瓦斯火法を利用して鑄鋼を製出するに至り益、長大足の發達を爲し現時の製鋼は殆んど此製鋼法の専有に歸せり又近年に至り電氣製鐵法漸く發展



せんとす

翻つて我邦に於ける製鐵の如何を按ずるに記録の徴すべきものに乏しく是を詳かにする能はざるも往古は朝鮮の製鐵業頗る發達して我邦の如きは専ら其輸入を仰げり而して我邦に於て鐵を製せしは果して何れの時代なりしか或は天智天皇の時代よりとも云へども恐らくは尙ほ以前よりなりしかと思はる又備中吉備津彦神社は鐵業に縁あるもの、最も崇敬するところを見れば餘程古きものとも信せらる、なり我邦にて鐵の應用は専ら小兵器器具類に止まり需用供給共に大ならず且つ鐵の産額も少なかりしに明治維新以降は年々需用増加したるを以て明治十五年政府は陸中釜石上野中小坂に製鐵所を經營せしも未だ其機を得ずして廢業せり同年海軍に於ては東京築地に坩堝鋼製造所を設け今日に至れり陸中釜石は田中長兵衛氏之を再起し苦楚幾年經營宜しきを得益、隆ならんとす明治二十九年政府は製鐵所を經營し又陸中仙人山北海道輪西等に銑鐵製造を創め吳、大阪、長崎、横須賀、佐世保、室蘭等に製鋼所起り我邦の製鐵業は將來益、隆盛ならんとす

## 第一編 總論

### 第一章 鐵の分類

現今の如くに製鐵法の發達せざりし時代に於ては鐵の分類至つて簡にして鐵を赤く熱して急に水中に冷却し其質硬度を増すものを鋼(はがね)と云ひ其然らざるものを鐵(てつ)と稱せしが製鐵術發達して種々なる方法を以て製出せらる、に至り分類甚しく明瞭を缺ぎ現時に至りては或は化學的成分乃ち炭素の含有量の多寡に據り或は理學的性質乃ち其抗力の強弱に據り又は製鐵の作業方法に據りて是を分類せんとするも未だ萬國共通の分類を得ず西曆千八百七十六年北米合衆國費府大博覽會の際萬國製鐵大會に於て議定せる所によれば鐵を二大別し更に是を細別せり

一 銑鐵 銑鐵は他の元素を含有すること多量にして炭素の量二、六%以

上に及び攝氏千百度乃至千二百度に熱すれば急に熔けて流動體



に化す

是を細別して

鼠銑 鐵中の炭素殆んど全部黒鉛となり鐵粒の間に夾雜混和し其破面黯鼠色を呈す

白銑 炭素は鐵と和合し其破面は白く質硬くして脆し

三 可鍛鐵 炭素の含有量一・六%以下にして其熔解點は千三百度以上質柔軟にして是を熱すれば良く鍛鍊造形するを得べく強く熱すれば漸を以て半熔解の状態となり更に進んで熔解し終に流動體となる

是を細別して

鎔鋼 流動状態となし造れるものにして健滓するを得べく鐵滓を含まず

鎔鐵 流動状態と爲し造れること前と同じく健滓するを得ず鐵滓を含まず

鍊鋼 鍊製せるものにして鐵粒互に鍛接せられ鐵滓を包含し健滓するを得

鍊鐵 前と同一に製せられ鐵滓を包含し健滓するを得ず

此分類は炭素の含有量健滓によりて爲せるものなるが元來鐵は一の合金物にして銑鐵と可鍛鐵との限界は略ぼ明瞭に定むるを得べきも鋼と鐵との分界は單に炭素の含有量の多寡健滓の如何により分類する能はず例へば炭素を含むこと微量なるものも多量の他元素を含有するときは健滓して高くなる硬度を示すものあり故に此分類は要領を盡せるものとは云ひ難し

抗力一平方耗に付五十斤以上のものを鋼とし其以下を鐵と爲せるものあり然るに鐵は加工の程度により同一のものも抗力に強弱ありて分類の標準としては粗漫なるに似たり

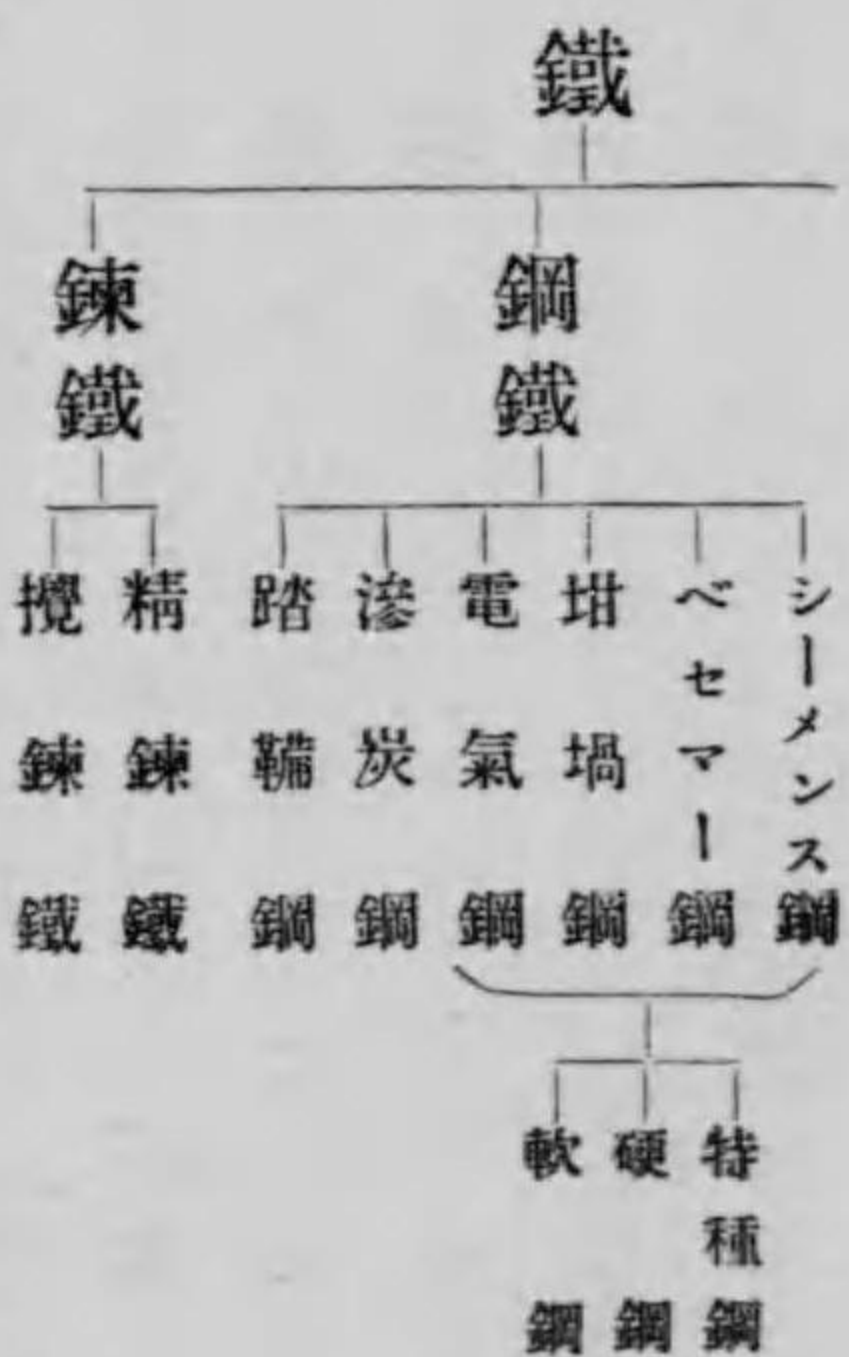
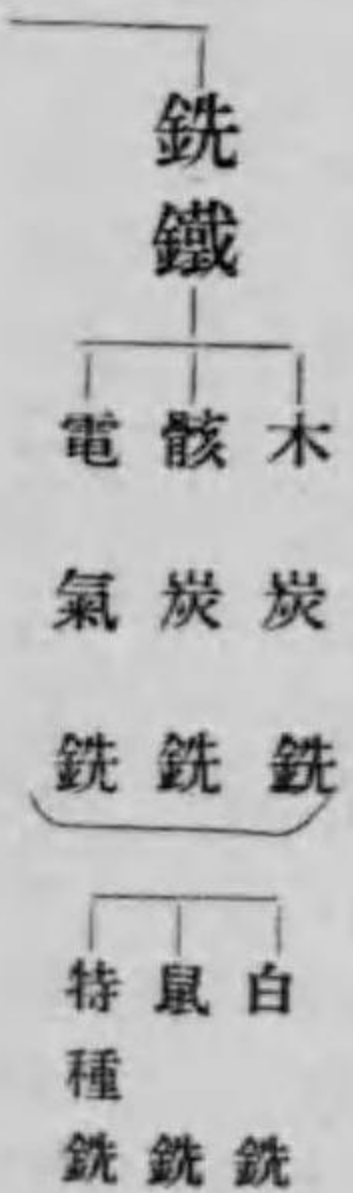
製造の方法によるものは熔解して製せる總べてのものを鋼とし鍊製せるものは悉く是を鐵と爲せり英米兩國の如きは此分類に據る而して更に是を細別して作業方法により分類せり例へばベセマー鋼シーメンス鋼の如きは



熔製せるものにして攪鍊鐵の如きは鍊製せるもの、類なり

當時特種鋼合成鋼等の名稱を以て鋼を細別す此鋼種は炭素以外に他の一若くは數元素を殊更に多量を合金し鋼質を改善せるものに附せる名なり例へばニッケル鋼クローム鋼ニッケルクローム鋼杯の類なり

如是鐵の分類は各其信する處により主張し未だ揆一するものなし然れども鐵の分類をして可及的單簡に且つ明瞭ならしめんとするには製造作業の方法と性質との二者によるの外なきが如し我邦に於ては英國より最も多く鐵材を仰げると我工業は専ら英文により教育せられたる爲にスチール乃ち鋼は熔製せるものアイロン乃ち鐵は鍊製せるものとして慣用せらる、故に鋼と鐵の區別は是によること、し左表の如く分類するを以て明瞭なりと信するものなり



備考 我製鐵所に於ては製造せらる、鋼鐵を硬軟の度により區別せらる、こと左の如し

鋼質	番號	抗力 <sup>平方吋</sup>	同 <sup>平方吋</sup>	最低延伸
極軟	一號	三〇八以下	二四以下	二五
軟	二號	三〇八—四二五	二四—二七	二三
半軟	三號	四一五	二六—三三	二〇
半硬	四號	五—六〇	三—三六	一五
硬	五號	六—七	三—三九	一三
最硬	六號	七〇以上	四以上	八

但し坩埚鋼は全く異なりたる種別を爲し一號最も硬く六號は柔軟なり



## 第二章 鐵化學

鐵冶金術の方法により鐵鑛より製出せる鐵材は決して純粹のものにあらず必ず多少量の他元素を含有するものなり純鐵は製造極めて困難にして加ふるに工業上には殆んど用途なし普通工業に使用する鐵材は他の金屬若くは非金屬との合金物にして其最も重要なるものは炭素なり滿俺硅素磷硫黃等も亦合金中の重なるものなり

普通工業に用うる鐵材には鐵分の外に略ぼ左記の範圍を以て諸元素を含有し其含有量の多寡により諸種の目的に適應すべき必要なる性質を與ふ

炭素	〇、〇五—五、〇%
硅素	五、〇%まで
滿俺	二、〇%まで
磷	三、〇%まで
硫黃	二、〇%まで

此等の元素は鐵鑛より製出する際偶然に若くは必定鐵中に合金せるものなり其外に鋼質の改善を目的とし殊更に鐵に合金せしむるものありニッケル、クローム、タングステン、モリブデン、バナヂウム、チタン等の類なり尙ほ又製鐵作業中に鐵に吸収せられて合金せる瓦斯體のものあり水素窒素酸素の如き是れなり

## 炭素

鐵中に存在する炭素の含有量は〇、〇五%より五、〇%の狭き限界内にあるも其含有量の多寡は鐵質に著しき變化を惹起するものにして製鐵者は炭素の量を以て鐵質の標準と爲すが如く極めて重要なる合金物とす

往時化學的成分分析の發達せざりし時代に於ては鐵中に含有する炭素を遊離炭素及び抱合炭素の二種に別てり遊離炭素は鐵中に夾雜し抱合炭素は鐵と和せるものなり然るに科學的研究の結果當時は遊離炭素を黑鉛及びテムパー炭素とし抱合炭素を軟化性炭素及び硬化性炭素に類別せり

黑鉛 黑鉛は鐵が熔解状態に於て炭素を飽和したるもの冷却して凝固體



に化せんとする場合に組成し鐵中に夾錯するものにして六角片狀の結晶體を爲して略ぼ等齊に分布夾雜す而して黒鉛は重もに銑鐵中に存在し鋼鐵中には至て稀有なり

テムパー炭素 又は熔煨炭素と稱するものにして結晶體をなさずして鐵中に夾雜す此炭素は黒鉛の狀態ならざる炭素を多量に含有し且つ滿俺に乏しき鐵を黒鉛の組成熱度よりも低くカルバイドを組成する熱度よりも高き熱度乃ち約八百度位の熱度中にて長時間熔熱して冷却する時は鐵中の炭素遊離してテムパー炭素を組成す

軟化性炭素 又はカルバイド炭素は鐵カルバイドと稱する鐵と炭素との和合物中に存在する炭素なり鐵カルバイドは熔解せる鐵又は強く加熱せる鐵を極めて緩徐に冷却する場合に組成して母鐵中に含有せらるるものなり鐵カルバイドは $\text{Fe}_3\text{C}$ の和合と爲す

硬化性炭素 鐵中に含有する炭素は鐵が熔解狀態又は高熱せられたるときは共に熔解して均等に混和合金しつゝ、あり而して是を急劇に冷却す

るときは鐵カルバイドの組成を妨げ悉く硬化性炭素として鐵中に存在し著しき硬度を鐵に與ふ假令ば健焯を施せる鋼鐵中の炭素は悉く硬化性炭素となりて存在し再び是に高熱を加へ緩徐に冷却するときは軟化性炭素を組成す

鐵と炭素との和合は實に強烈にして熔解せる鐵に炭素を投入するときは激烈に吸収し又炭素若くは炭素を分與する物體を以て鐵を包み大氣を遮斷して熔熱するときは鐵は良く炭素を吸収す而して其吸収する量は熱度の昇るに従ひて相加はり熔解點を超えて始めて最上限に達するものなり炭化水素青酸物も其炭素を鐵に分與す所謂滲炭法俗に炭素蒸と稱するものは其性能を實地に應用せるものなり

### 滿 俺

滿俺は何れの鐵鑛にも多少含有せざるなく熔鑛の際に褐鐵鑛又は媒熔劑として用ゐらるゝ、滿俺鑛より還元して鐵に合金するものなり滿俺は鐵中に炭素の含有することを促進するのみならず抱合炭素の組成を促がし炭素の



含有量を七、五%以上にも達せしむ

鐵中に含有する滿俺の量二%に至れば結晶の形態を變じて放線狀となし尙ほ多量を含有するときは葉狀となり剝片相重なるが如し是を鏡鐵と云ひ二〇%以上の滿俺を含有するものを滿俺鐵と稱し其破面は緻密にして少しく黄色を帯ぶるものあり

滿俺は酸素と激甚なる親和を爲すのみならず頗る急速に流動體に化する故に熔解鐵中に投加して酸素の驅除に供す又鐵中の硫黃と和合して硫化滿俺を組成して綠色の鐵滓となり硫黃の鐵に及ぼす有害作用を薄弱ならしむ滿俺は鋼鐵の硬度及び抗力を加ふるも柔軟性可硬性及び鍛接性を減ずる傾向あり當時滿俺鋼と稱するものは微量の炭素と共に多量(一〇%以上)の滿俺を含ませしめたるものにして其質極めて硬く普通の刃具にては加工し難きも頗る韌性に富み衝撃に耐ふ之に反して炭素の量増加するときは甚しく脆性を増すものなり

### 硅素

硅素は酸化物乃ち硅酸物として鐵鑛媒熔劑及び燃料中に存在するもの還元して鐵に合金するものなり硅素は熔解銑鐵中にありては滿俺と宛も反對の作用を爲し炭素を遊離せしめ黒鉛の組成を促がして自ら其位置を褫ひ鐵と炭素の和合を妨ぐ故に白銑には稀れに一%以上の硅素を含有するものあるに反し鼠銑中には平均二%以上を含有す

硅素は高熱を發し且つ鐵よりも速かに酸化するもの故に熔解鐵中に包含する酸素の驅除に供用す

硅素は鐵の抗力を増すも普通鐵材に〇、五%以上を含有するものは稀なり但し硅素は炭素に乏しき鐵中に於ても可硬性及び鍛接性を減ずる作用を爲すもの故に良好なる軟鋼には微量を含有せしむ

### 磷

磷は多少鐵鑛中に存在し還元して鐵に合金す而して鐵の硬度を増し抗力及び韌性を減じ熔解點を低下す銑鐵中にありては黒鉛を分離せしめ且つ熔融の工合を流暢好良ならしむるもの故極めて細密なる鑄造に適するを以て



美術品家具等の鑄造には好んで使用せらるゝも性脆きが故に抗力を要するものには適せず

可鍛鐵に有りては鍛接性を高むるも鐵をして冷間に挫折し衝撃等に耐へざらしむ是を冷間脆性と云ふ但し熱間にありては良く加工せしむ而して燐が鐵中に存在して著しき有害なる作用を爲さざる限界は炭素に乏しきものにありては〇・二%炭素に富めるものには〇・〇五%位までとす燐は鋼鐵の粒狀を粗大にし燐を含有する部分の粒狀は長くして帶藍白色なるを以て燐に乏しき部分と區別するを得るものなり

### 硫 黃

硫黃は硫化鐵若くは其他の硫化物として鐵鑛媒熔劑等に夾雜混和せるもの還元して鐵に和合す而して硫黃と鐵との親和力は誠に強大にして熔解鐵は勿論赤熱せる鐵に硫黃を接觸せしむるときは容易に硫化鐵を組成するものなり

硫黃は炭素の含有を妨げ且つ炭素を鐵に和合せしむ硫黃を含む鐵は其熔

解流動甚だ悪くして鑄造に適せず又抗力を減ず

鋼鐵に及ぼす硫黃の作用は鍛接性を害し熱間加工するとき罅裂又は挫折し易し是を熱間脆性と云ひ冷間には其作用を認めざるは恰も燐の作用と正反對なり

滿俺は熔解鐵中に於て硫黃と和合して鐵に及ぼす有害作用を輕減せしむ滿俺に乏しき鐵中に〇・〇四%の硫黃を含有するものは熱間脆性を顯はすも滿俺〇・七%硫黃〇・一%を含有する鐵は其性を表せず但し滿俺の存在が鐵に及ぼす硫黃の有害作用を著しく抑制微弱ならしむるは硫黃と和合して硫化滿俺を組成し鐵より分離せしむるに依る又鐵の抗力に及ぼす硫黃の量は約〇・一%位までは著しき影響なきが如し

### 銅

銅は鐵鑛中に含有する硫化銅還元して合金するものなり然れども鐵中に含有する銅分は常に僅量にして未だ著しき作用を爲すを聞かざるも或程度までは却て鐵の韌性を増すものなり



## ニツケル

當時鋼鐵の性質を改善する爲に殊更にニツケルを合金するものありニツケルは鐵中の炭素僅量なるに拘らず鐵の硬度抗力韌性を増し三%以上に達すれば特に顯著にして良く撞撃に耐へしむ又ニツケルを含有する鐵は侵蝕せらるゝこと少なし當時は軍艦の装甲板砲煩等其他強き撞撃を受くる部分に多く供用せらる。

## タングステン、クローム、モリブデン

此等の元素は鐵の硬度を増すこと強大なるを以て殊更に鋼鐵に合金するものなり當時此等の内二元素以上を配合するときには特に健淬を施さざるも強大なる硬度を有するを以て及具に適用す乃ち高速鋼俗にヤキイラズ鋼と稱するもの、類なり

## バナヂウム

バナヂウムは夫れ自ら鐵の抗力韌性を強大ならしむるか又は熔鋼中の瓦斯體有害物を驅除し鋼質を精良ならしめし結果なるかは疑ひなき能はざる

も鋼鐵をして強大なる抗力を有せしむる量は僅に〇・二五%以上にて足れりバナヂウム鋼と稱するもの是なり

## アルミニウム、チタニウム

此兩元素は容易に酸素と和合するを以て熔解鐵中に投加するときには鐵中の酸素と和合して瓦斯を驅除し鐵滓に混じ鐵質を緻實ならしむアルミニウムの鐵質に及ぼす作用は硅素に似て弱し

## 水素

水素は熔解鐵中に熔解混和し且つ凝固鐵中にも存在す或試験によれば鐵中に〇・〇二八%の水素を含有するを認め是を容積に換算すれば鐵の約三百倍に相當す斯の如く尨大なる容積の水素が僅なる鐵中に存在するは全く鐵に吸収せられたるものに外ならず銑鐵にては左迄顯著ならざるも製鋼作業にては熔解鐵中に吸収せる水素が鐵の將に凝固せんとするにあたり初めには弱き光力の焔を其表面に認め後火花を散らし往々爆々の音を發して飛散することあり其脱出し得ずして鐵中に留存するものは氣孔を組成するもの



と鐵に抱合して合金するものとあるが如し

### 窒素

鐵質に及ぼす窒素の作用は當時頻りに研究中なり而して窒素の鐵中に吸収せられ存在することは疑を容れず〇、〇四%の窒素を含有するときは鐵を脆くすること磷よりも甚だしとせり然れども其作用の程度に關しては尙研究すべきもの多しバナヂウム及びチタニウムは良く鐵中の窒素を驅除するに効ありと爲す

### 酸化炭素

熔解鐵中に熔解せる一酸化鐵と鐵中の炭素と相接觸して此瓦斯を組成し恰も水素と同じく氣孔中に存在し鐵の密性を害す然れども其鐵質上に及ぼす作用は充分に明かならず

### 酸素

酸素と鐵との關係は製鐵上殊に重要なものにして常に始終するものなり鐵鑛は一として酸素との和合物ならざるはなく大氣中の酸素が熱せる鐵

上に作用するときは酸化層を構成し外皮に於て最も甚しく中心に至るに従ひ漸を以て減却し濕氣中には銹を生じ鐵の外表面より漸次内部に波及し侵蝕するものなり

高熱中にては大氣中の酸素激烈なる作用を起して四三酸化鐵を構成し其酸化鐵は鐵中の炭素に作用して酸化炭素となり飛散す但し黒鉛には作用を爲さず

熔解鐵上に及ぼす酸素の作用は鐵中の夾雜物及び鐵の一部分を酸化し其組成物なる四三酸化鐵は再び鐵中の炭素に作用して酸化炭素となり鐵より脫去す其作用は鋼鐵製造の根本たるものとす

硅素は最も容易に酸化して硅酸となり更に一酸化鐵と和合して硅酸鐵となる滿俺も亦酸化し易きものにして共に鐵滓と爲る熔解鐵中に於ては硅素滿俺酸化して後始めて炭素の酸化に及ぶものとす

磷は硅酸存在せずして強烈なる鹽基性の現存するときは酸化して磷酸物を組成す故に熔解鐵中の磷を驅除するには鹽基性鐵滓の存在を要し低熱度



中にも亦其酸化を促すものなり

硫黄は酸素と和合して亞硫酸を組成す但し鐵中の硫黄は長時間酸化作用を繼續し鹽基性の鐵滓に富む場合に酸化驅除せらる

製鐵上に於て酸化に要する酸素は大氣中の酸素及び酸化物中の酸素を利用す

酸化作用の裏面には還元あり還元とは酸化物より其酸素を驅除し金屬を孤立せしむるなり假令ば酸化鐵を還元せしめんとするには先づ其酸素を驅除する爲に鐵と酸素との親和力よりは一層強き親和力を有する物質を以て其酸素と和合せしめ鐵を孤立還元せしむ而して其還元用ふるものは重もに炭素、木炭、骸炭、酸化炭素、炭化水素、靑酸等の類なり此場合に於ては炭素は自ら酸化して酸化炭素及び炭酸を組成す

酸化滿俺の還元は酸化鐵より容易ならざるも遊離硅酸の存在すること少なく且つ熱度甚だ高き時には完全に還元す

硅酸は熱度の高きに隨ひ且つ鹽基性物質(石灰、礬土等)の飽和の度少なきときは多量に還元す

磷酸は熱度高くして且つ多量の遊離硅酸の存在する時に最も充分なる還元を爲す

硫酸金屬は硫化金屬と爲り若し硫黄と強大なる親和力を有する物體例は石灰、滿俺に富める鑛滓の存在せざる場合には還元して鐵に吸收せらる

### 第三章 鐵の理學的性質

鐵が何れの方面に於ても非常に重用せらる、所以のものは其應用をして満足せしむべき特殊の性質を具備するにあり而して其主要なる性質は可熔性、可鍛性、鍛接性、可硬性、高き抗力、彈性并に韌性等にして是等の性質を利用し良く諸般の目的を達するを得せしむ

可熔性とは鐵に高熱を加ふるときは熔解流動して良く鑄造爲形せしむる性質を云ふ



**可鍛性** とは鐵を赤熱するときには柔軟と爲り是に鎚撃又は推壓等を加ふるときは良く變形して所要の形體を作製せしむる性質を云ふ

**鍛接性** とは數個の鐵片に強熱を加へ是に鎚撃若くは推壓を施すときは鍛着して一片と爲る性質を云ふ

**可硬性** とは或る種類の鐵を紅烙し急に是を水中等に冷却するときには著しく硬度を加ふる性質を云ふ

紅烙せる鐵を急に水中等にて冷却し硬度を加へしむるを健淬と云ひ健淬せるものを再び加熱して調質するを反淬と云ひ鍛鍊若くは壓延加工せるものに再熱を加へ徐ろに冷却し調質するを軟過と云ふ

鐵の抗力弾性及び靱性は鐵が重用せらるゝ一大原因なり而して此三性質は鐵に合金する物質の多寡のみによりて得べきものにあらず鐵に施す所の加工の度及び方法により頗る強弱あるものなり而して鐵に加工する度加れば益其抗力弾性及び靱性を増進せしむるものなれども若し其度を過れば脆くなり碎け易からしむ

鐵に加工すべき熱度の高低も亦大に抗力に影響す若し過熱乃ち熱度高きに過るか又は加熱長きに失するときは抗力を減じ且つ脆し低きに失するときは抗力と弾性を増すも脆し加熱の度は鐵の硬軟及び合金物の種類により常に加減し其適度を逸せざるときは抗力を大にし弾性及び靱性に富ましむるを得るものなり

健淬を施すときは強大なる抗力を得るも弾性及び靱性に乏し然るに比較的抗力を減せずして弾性及び靱性を増進せしむるには適度の反淬を施すを要す反淬するときには鐵の組織を良く調和せしむるに因る

鍛鍊若くは推壓加工せるまゝのものは分子の移動を無理にし且つ各部均等に加工せられざるものなり故に再び加熱して徐ろに冷却せしむるときは分子の折合組織を等齊ならしめ稍抗力を減するも靱性に富ましむ

鐵を折り其新しき破面を検するに種々なる肌理を呈す壓延又は鍛鍊を加へたる鍊鐵は纖維狀を爲し軋は葉狀にして剝片相重なる肌理を示し鋼鐵は總て細粒狀にして炭素の増加と共に益微細となり健淬せるものは一層微細



にして恰も天鷲絨に似たる肌理を呈するに至るクローム、タングステン、硅素等其他の合金鋼は著しく肌理を微細ならしめ且つ破面の色澤を異にす鱗は粒狀を粗大扁平ならしむ

鋼鐵の肌理は加熱の高低加工の如何により種々なる變化を爲すものなり流動體より冷却凝固せるものは皆粗粒狀を示すも是に加工するときは其度合により精粗の別ありて同一の鋼鐵にして全く別個の觀を爲すものあり故に全然等一の加工を施せるものにあらざれば單に肌理のみを以て識別し得べきにあらず

鐵は元來結晶を組織するものにして重大なる鑄塊の内部にある空窩又は熔鑛爐の湯溜りに生せる鐵塊の内部等に往々完全なるものを發見し其形は恰も杉樹の形に似たり多量の滿俺を含有するものは放線狀又は大なる葉狀を爲す

鐵の熔解點は合金物の多寡品質によりて差等あるも略ぼ左記の範圍内にあり

白 銑	千〇五十度より千二百度
鼠 銑	千百度より千三百度
鋼 鐵	千二百度より千五百度
鍊 鐵	千五百度より千八百度

鐵の比重も亦合金物の多寡品質等により差等あり

鼠 銑	七、〇三より七、一三
白 銑	七、五八より七、七三
鋼 鐵	七、四より八、一 (通例七、八五と算す)
鍊 鐵	七、三五より八、一

鐵の熔解點并に比重は共に炭素含有量の減するに従ひ増進するものなり又熔解狀態に於ける銑鐵の比重は六、九鋼鐵は七、二乃至七、二五とす

#### 第四章 鐵 鑛

鐵鑛とは總て鐵と酸素との和合物にして天然に産出し可及的純粹に且つ



冶金上并に經濟上鐵を製するに適する鐵分を含有するものを云ふ而して其和合物は主として

- 一 四三酸化鐵  $Fe_3O_4$  七二・四%の鐵分を含む
- 二 二酸化鐵  $Fe_2O_3$  七〇・〇%の鐵分を含む
- 三 水酸化鐵  $Fe_2(OH)_6$  六〇・〇%の鐵分を含む
- 四 炭酸鐵  $FeCO_3$  四八・三%の鐵分を含む

而して此含鐵分は純粹なる鐵と酸素の和合物にして天然に産するものは必ず少量の夾雜物を含蓄し鐵分の含有量は爲に減少す

鐵鑛の適否は單に鐵分の多寡のみを以て定むべからず是に夾雜附著する物質の種類性質にも依るものとす故に鐵分の含有に乏しきものも鐵鑛として使用に適するものあり鐵鑛に夾雜附著するものを挟み物と云ひ主として粘土、硅酸石、炭酸石灰、苦土、苦灰石等より成り其成分により酸性鑛又は鹽基性鑛となる

通例冶金的熔解に適する鐵鑛の鐵分含有量は三〇%以上とす夾雜物中滿

俺硅素等は無害夾雜物なるのみならず場合によりては殊更に是を含有せしむるものあり磷硫黃等を有害夾雜物と爲す但し磷は製鋼法の如何により特に多量の含有を望むものあり

普通製鐵に供用せらる、鐵鑛は

一 磁鐵鑛 磁鐵鑛は四三酸化鐵にして結晶體粒狀、結晶狀及び緻密等あり多くは大なる鑛床を爲し鑛脈は至て稀なり是に夾雜するものは炭酸石灰、柘榴石、角閃石、石英等にして有害夾雜物は硫化鉛、硫化銅、硫化鐵等なり普通此鐵鑛の含有する鐵分は三五乃至六五%とす我邦に於ては此鑛を産出する所多きも其著名なるものは陸中釜石、上野中小坂等なり中國地方北海道筑後等には砂鐵鑛を多量に産す支那大冶産の鐵鑛も亦是なり

二 赤鐵鑛 赤鐵鑛は二酸化鐵にして結晶狀のものは輝閃鐵鑛、雲母鐵鑛として産し瘤狀の如きものは赤色代赭石又は血石其他緻密、土狀、粉狀、粒狀等あり其夾雜物は炭酸石灰、苦灰石、石英、粘土等にして有害夾雜物は硫化鐵及び磷酸石灰等なり我邦に於ては越後赤谷、陸中仙人山、日向眞幸等著名なり鐵分



の含有量は四〇乃至六五%

三 褐鐵鑛 褐鐵鑛は水酸化鐵にして他の鐵鑛の化成せるもの又は水酸化鐵の沈澱溜聚せるものなり又他の鐵鑛と共に産す腎狀葡萄狀細織狀土狀緻密又は大小の球狀をなすものあり其夾雜物は石英粘土石灰苦灰石等にして有害夾雜物は硫化鐵輝閃鉛鑛輝閃亞鉛鑛等なり鐵分の含有量は二〇乃至六〇%我邦に於ては美作柵原北海道虻田等著名なり又朝鮮殷栗等に産す

四 菱鐵鑛 菱鐵鑛は炭酸鐵鑛とも云ひ炭酸鐵にして擴大なる鑛床又は鑛脈を爲し結晶體のものあり此鑛は雨雪の爲に曝潰して種々の解體組成物を爲す褐鐵鑛の如き是れなり往々一酸化滿俺を含有し夾雜物としては石英炭酸石灰炭酸苦土の類有害夾雜物は硫化銅硫化鐵硫化鉛等なり鐵分の含有量は三〇乃至四八%我邦にては未だ發見せられず

五 粘土并に炭鐵鑛 粘土鐵鑛は菱鐵鑛の粘土若くは麻兒マールと混和して成れるものにて緻實にして貝殻狀を有する球形を爲す粘土鐵鑛はスベロシードライトと稱し夾雜物は粘土麻兒石灰等有害夾雜物は硫化金屬及び磷酸鹽

なり鐵分の含有量は約二八乃至四〇%

炭鐵鑛又ブラックバンド(黒帶)の意は粘土鐵鑛の石炭と混和したるものにして英國に産すること頗る多量なり其有害夾雜物は粘土鐵鑛と同じ鐵分の含有量は二四乃至三〇%

其他鐵鑛として使用するものはミーンネット等なり以上は天然に産出する鐵鑛なり尙ほ鐵鑛と共に製銑の一原料として用ゐらるゝものは精鍊爐攪鍊爐并に鍛接爐より出たる鐵滓鍛鍊及び壓延より生じたる鐵肌硫化鐵より硫酸を採りたる殘滓等なり

鐵鑛にあらざるも熔鑛爐の作業上特に配鑛するものは滿俺鑛なり此鑛は二酸化滿俺にして滿俺の含有量は約一三乃至五〇%の間にあり我邦に於ても諸所に産出す

媒熔劑 媒熔劑とは鐵鑛を熔解するに方り鐵鑛中に含蓄する夾雜物の成分如何により其夾雜物を熔流し易き化學的和合物乃ち鑛滓を組成し熔解鐵と良く分離せしむる爲に配合するものなり鐵鑛若し酸性鑛なるときは鹽基



性媒熔劑を用ゐる鹽基性鐵なるときは酸性媒熔劑を以てす而して鹽基性媒熔劑には主として石灰石酸性媒熔劑には硅石類を充用す

左に諸鐵鑛成分の概要を掲ぐ

	鐵	硅酸	磷	硫黃	銅	礬土	石灰	苦土	酸化滿俺
支那	大冶磁鐵鑛	六二六	七七六	〇〇六五	〇二五〇	〇二二六	〇六〇〇	〇二五	〇二五九
日本	釜石磁鐵鑛	五七七一	一〇一五	〇〇三二	〇三〇八	〇二七〇	〇八六八	四三二	〇七九七
朝鮮	殷栗褐鐵鑛	五三九	九〇五	〇〇五二	〇〇一〇	〇〇六四	〇五七〇	〇五	〇三六一
同	戴寧褐鐵鑛	五四六	九九八	〇〇四八	〇〇一七	〇〇六一	〇五〇〇	〇五九	〇三二天
日本	赤谷赤鐵鑛	五五五	四五五	〇〇〇〇	痕跡	—	—	—	〇〇六〇
同	眞幸赤鐵鑛	五七一	一〇〇五	〇二二四	〇三九	〇〇一八	二六八〇	〇三三	—

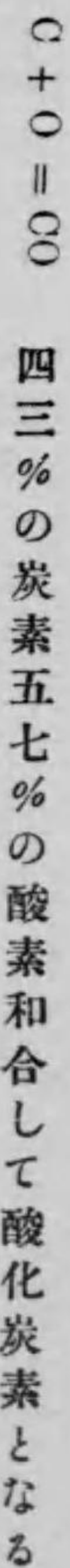
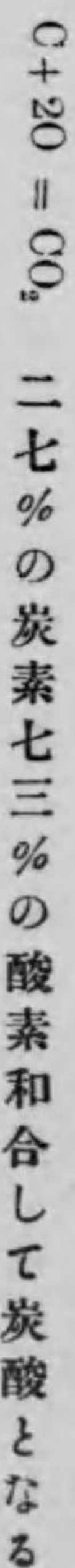
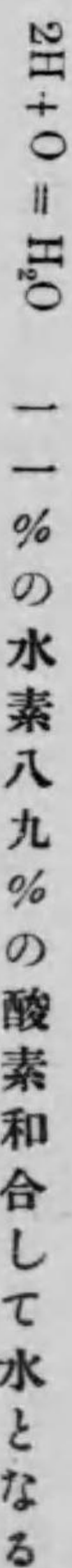
### 第五章 燃燒

燃燒は他元素と酸素と和合して生ずる結果なり而して普通燃料が燃燒して發熱するは燃料の炭素及び遊離水素が酸素と和合して生ずる結果なり

大氣は二一%の酸素七九%の窒素(容量にて)又は二三%の酸素七七%の窒素(重量にて)より成るも普通〇・八%以上の水蒸氣〇・〇四%の炭酸(容量にて)を含有するものなり大氣は水素瓦斯より重きこと一四・四四倍大氣の壓度(氣壓)は海表面にて水柱一〇・四米水銀柱〇・七六米なり大氣は溫熱の爲に膨脹し零度より百度に溫むれば百容量のものは百三十六・六五容量となる

燃料中に含有する化學的含水、水分及び窒素は燃燒せず從て發熱せざるのみならず却て熱を奪ひ去るものなれば燃燒によりて生ずる發熱を以て是を補充せざれば熱は漸次下落するものとす

水素及び炭素は酸素と和合燃燒して



燃燒に完全燃燒不完全燃燒とあり

完全燃燒とは物體が燃るにあたり燃燒せる組成物が最早少したりとも



燃ゆべき物質を含蓄せざるものを云ふ假令ば炭素燃焼して爲れる組成物が炭酸以外には過剰の酸素と窒素のみを含有するもの、類是なり今完全燃焼の目的を遂げんとするには

- 一 發焰する燃料を燃焼するには過分の酸素を補給するにあり
- 二 燃焼室内の熱度を高くするにあり然るときは燃べき物體と酸素との親和を促進す

三 燃べき物體と空氣の接觸混和を密ならしむるにあり故に固體燃料よりは瓦斯體のもの完全に燃焼す

四 燃焼すべき物體酸素と炭素、水素が他の燃焼せざる物體窒素水分の類の爲に稀薄にせられざるにあり稀薄にせられたるときは燃べき物體と燃やすべきものとの密接を防碍するに因る

不完全熱焼 とは燃焼せる組成物中に尙ほ燃べき物體の存在するものを云ふ假令ば炭素燃焼し其燃焼組成物中に燃べき一酸化炭素、炭化水素、煤烟、兒等の如きものを含有する類なり

燃料が燃焼する價値を比較するには熱量を以てす熱量とは燃焼に因り零度より或熱度を發する價値にして是をカロリーと云ふ

ふ

熱の能率は一盞の燃料が燃焼する熱の量なり

製鐵上に必要なる諸元素が燃焼して發する熱力は略ぼ左の如し

- 炭素燃焼して炭酸となる 八一〇〇
- 炭素燃焼して一酸化炭素となる 二四三三
- 一酸化炭素燃焼して炭酸となる 二四二九
- 炭素燃焼して一酸化炭素となり更に炭酸となる 五六六七
- 水素燃焼して水と爲る 三三九二八
- 薪樹木燃焼して發する熱力 三六〇〇
- 褐炭同上 七〇〇〇
- 石炭同上 八五〇〇—九五〇〇



炭化水素燃焼して

メタンの場合

一二〇〇〇

エチリンの場合

一一二〇〇

鐵燃焼して四三酸化鐵と爲る

一六四八

鐵燃焼して酸化鐵と爲る

一七九六

鐵燃焼して二酸化鐵と爲る

一二五八

滿俺燃焼して一酸化滿俺と爲る

一七三〇

滿俺燃焼して四三酸化滿俺と爲る

一九七〇

滿俺燃焼して酸化滿俺と爲る

二二五〇

硅素燃焼して硅酸と爲る

七八三〇

磷燃焼して磷酸と爲る

五九三二

礬素燃焼して礬土と爲る

七三〇〇

鐵の燃焼及び還元熱の價値を計算するには便宜上左の數を用ひて大差な

し

一酸化鐵の組成若くは還元

鐵 一坩に 一二五〇

酸素 一坩に 四七三〇

四三酸化鐵の組成若くは還元

一六五〇

四三三〇

酸化鐵の組成若くは還元

一八〇〇

四一九〇

燃焼熱度は燃焼せるもの、總熱量燃焼組成物を構成する各個の重量及び其比熱を知り算出するを得べし今總熱量をWとし燃焼組成物の熱度をT燃焼組成物を構成する比熱をS<sub>1</sub>S<sub>2</sub>S<sub>3</sub>…とし其重量をQ<sub>1</sub>Q<sub>2</sub>Q<sub>3</sub>…とするときは

$$W = T(Q_1S_1 + Q_2S_2 + Q_3S_3 + \dots)$$

然れば

$$T = \frac{Q_1S_1 + Q_2S_2 + Q_3S_3 + \dots}{W}$$

は學理上の燃焼熱度なり然るに實際に於ては燃焼組成物の外に熱を被奪する物體の存在するものあるが爲に算出熱度よりは常に低きを例とすと雖ども諸種の燃料の發生し得べき最高熱度を比較計算するには頗る便なりとす攝氏三百度以上の熱度を測るには測熱計を用ふ測熱計には數種あり(一)元來金屬は熱度に依り一定の度を以て展伸膨脹するものにて白金棒の一端に



齒輪仕掛を爲し是に計針を接続し度を盛れる度盛板を指しむ而して白金棒熱の爲に伸張するときは指針も亦漸を以て廻轉して度盛板の度を指示するなり(二)豫め熔解熱度の確定せる金屬又は合成金屬を耐火質の器に盛りて熱に當らしめ其熔解するや否にて測熱するなり(三)電流は熱度の高低によりて其抵抗を加減するものなり(四)一定の光力と比較して測熱するものあり測熱計を以て熱度を檢測し適當なる熱度を確定するは製鐵上最も必要なる事項とす

鐵は熱せられたる熱度の高低により熱光を異にす故に其熱光の色により加熱度を目測するを得べし但し其光色は見る人に因りて多少差等あるも略ぼ左の如し

強烈なる白熱	一五〇〇度	弱き白熱	一二〇〇度
強き黃熱	一一〇〇度	黃熱	一〇〇〇度
黃赤熱	九〇〇度	淡紅熱	八〇〇度
櫻實紅熱	七五〇度	暗紅熱	六五〇度

褐紅熱

五五〇度

焔は既に燃たる瓦斯と尙ほ燃べき物質との混和物なり燃料に熱を與へ燃べき瓦斯を發生するものは焔を發して燃燒す薪、褐炭、石炭の如き是れなり炭燃料は主として一酸化炭素を發して燃へ且つ直接に熱すべき物體と接觸するときは還元作用を爲す

焔の種類を酸化、還元及び中性とす

酸化焔 とは酸素を過分に飽和し最高熱度を發するも熱すべき物體上に酸化作用を爲す故に最高熱度を要し酸化するも差支へなきものには此焔を以て作業するを得べし

還元焔 とは炭素の餘剰を包含し酸化作用を爲さず還元作用を爲すも發生する熱度は是を酸化焔に比すれば低し而して此焔は可成的酸化作用を忌避するもの、加熱に供用す

中性焔 とは燃燒して炭酸のみを組成するに必要なるだけの酸素を供給し更に餘分の酸素を含蓄存在せず其結果酸化并に還元の兩作用の何れをも



起さず全く中間に位する燐なり

燃料より可及的高熱度を發せしめんとするには乾燥せる燃料を用ふべく尙高熱を發せしむるには固體燃料を瓦斯となして燃燒するにあり尙ほ一層高熱度を得るには其瓦斯又は燃燒に要する大氣の一を熱するか更に好良なるは瓦斯と空氣の兩方を豫め熱して燃燒すると同時に可及的熱の反射放散を避け熱をして有効ならしむるにあり

## 第六章 燃料

燃料とは經濟上は勿論化學上の關係と共に高熱度を發生せしむるに適する物質を云ひ製鐵作業には單に燃燒發熱するのみならず同時に還元作用を爲し且つ價格の廉なるものたるを要す此目的に適應するものは炭素を主成分とする植物纖維若くは其種屬にして樹木、泥炭、亞炭、褐炭、石炭の天然物又は木炭、骸炭の如き人爲的に炭分を豊富ならしめたるもの若くは一酸化炭素、炭化水素、天然瓦斯の如き瓦斯體燃料并に石油の類なり

固體燃料は主として有機物より爲り無機物質を混じ其有機物は炭素の外に通例水素酸素及び少量の窒素を含み水分は化學的抱合水分と吸收せる水分とあり無機物は燃燒の際灰分と爲る

一 樹木 は植物纖維、汁液及び灰分より爲り纖維は炭素水素及び酸素の和合物にして灰分は石灰、加里、苦土、曹達、酸化鐵、硅酸等とす而して樹木乃ち薪を製鐵作業に供用することは殆んど是なし

二 泥炭 は濕地に生じたる灌木が地中に埋れて爲りたるものなり我邦には未だ多量の産地を發見せず

三 石炭 とは植物が永く地中に埋れ其上に堆積する土石層の強大なる壓力と地熱の作用の爲に漸を以て燻蒸解體せられ永年月間に爲れる炭素に富有なる組成物を云ふ而して其植物の種類其時代の長短により亞炭、褐炭、石炭及び無烟炭に區別し年月を歴ること長きに隨ひ炭素及び遊離水素に富むものなり

a 亞炭 は沼澤の地に生じたる灌木又は漂流せる草木類が流れ聚りて



堆積せるもの土中に埋れ蒸されて爲れる組成物なり而して多くは植物體を存す

b 褐炭 は全く亞炭と同一の組成物なるも一層古きものにして植物體を存すること稀れなり而して褐炭は炭素約七〇%を含み其他水素酸素及び窒素等にして多くは硫黄を含有し比重は一、一乃至一、二其質脆く碎け易く日光に曝露するときは崩壊し骸炭を製するに適せず焔爐、汽鐘、瓦斯發生爐等の燃料として重用せらる

c 石炭 は土中に埋没して燻蒸せられたること最も永く植物は主として椰子、木賊、棕櫚類に屬する前世期の植物纖維の殘遺物なり其破面の狀況及び大氣遮斷中に熱したる時の状態により數種に區別す

焚燃せる状態により餅質、凝集質及び砂質に別ち是を熱するとき餅質石炭は膨脹凝固し凝集質のものは粉末も凝集して塊狀を爲し砂質のものは凝集することなく砂狀と爲る而して餅質を呈し凝集する性質の限界は炭素の含有量約八〇%にあり

又瓦斯に乏しきものと瓦斯に富有なるもの、二種に區分す瓦斯に富有なる石炭は三三乃至五〇%の揮發物を含み其種類以外の石炭は骸炭の製造に適す而して實際上に於て必要なる鑑識の便法は大氣遮斷中に熱して發生する瓦斯の多寡にあり砂質石炭は瓦斯に富み無烟炭に至るに従ひ其量を減少す

無烟炭は最も炭素に富有なるものにして九〇%以上に達し八乃至一八%の揮發物質を含み凝集性石炭は炭素七五乃至八二%揮發物質約一八乃至二六%なり

灰分は主として澱淀せる粘土にして硅酸及び礬土の外に酸化鐵、酸化滿俺、石灰、苦土、アルカリ、石膏、硫化鐵、磷酸を含有し灰分の性質により不溶解質のもの、と粘質のもの、と爲す

比重は一、二五より一、五に至り一立方メートルの石炭量は平均九百斤より九百四十斤とす

上述せる天然產出燃料の性能の概要を一見分明ならしむるために其重要



なるものを左表に掲ぐべし但し石炭褐炭等は何れも年代等により多少其性質に差あるものとす

樹木	泥炭	亞炭	褐炭	石炭	同	同	同	同	無煙炭
木	炭	炭	炭	炭	炭	炭	炭	炭	炭
五〇、五	六〇、〇	六〇、五	六九、五	七五、五	八二、〇	八六、五	八九、五	九〇、〇	九〇、〇
六、二	六、〇	五、五	五、五	五、五	五、五	五、〇	四、五	三、〇	二、〇
四、三	三、〇	三、〇	二、五	二、〇	一、七	一、五	一、五	一、〇	四、〇
一、〇	二、〇	二、〇	二、〇	二、〇	二、〇	二、〇	二、〇	二、〇	二、〇
二五、〇	三五、〇	四〇、〇	四〇、〇	四〇、〇	四〇、〇	四〇、〇	四〇、〇	四〇、〇	九二、〇
七五、〇	六五、〇	六〇、〇	五〇、〇	五〇、〇	四〇、〇	三五、〇	三〇、〇	二五、〇	八、〇
〇、二	二、〇	一、七	一、七	二、七	三、三	三、三	三、三	三、三	一、五
一〇、〇	二五、〇	二五、〇	二五、〇	二五、〇	二五、〇	二五、〇	二五、〇	二五、〇	二、五
二、〇	五、〇	五、〇	五、〇	五、〇	五、〇	五、〇	五、〇	五、〇	二、五

天然産出のまゝの燃料は前表に示すが如く揮發物水分を含蓄し純炭素分の量を減じ自然多量を要するにあらざれば所要の熱度を發生せしむる能は

ざるのみならず多量を要するときは従つて大なる容積ならざるべからず故に可及的容量を減少すると同時に純炭分を豊富ならしむる爲に化炭法を行ふ而して化炭に適する燃料は樹木及び凝集性石炭なり樹木より製するものを木炭石炭より製するものを骸炭と云ふ此兩炭種は製鐵上最も重要なる燃料なり

木炭 木炭は全部を閉塞するか若くは空氣の送入を加減する爲一部分を閉塞し得べき爐に納れたる樹木を強く熱し揮發物水分を驅除し纖維を解體し炭分を聚合せしむ是を炭燒爐と云ふ

炭燒爐内に少しく空氣を流通せしめ木炭を製するには先づ乾燥せる樹木を爐に容れ其樹木の一部を焚燒し爲に發生する熱に依り他の部分を解體す而して解體の爲に發生するものは可燃質の炭化水素にして其燃焼により熱を發生し樹木を木炭に化せしむ

全く空氣の流通を杜絶して木炭を製する場合には空氣を遮斷し得べき容器に入れ解體を促す爲に外方より充分なる熱を加ふ此種の爐にありては樹



木の解體の爲に生ずる木醋、釜兒等を得るも木炭の質鬆粗にして悪し

好良なる木炭は能く其形を存し、陶器の如き響ありて金屬の光澤を有す。灰分の含有量は平均三乃至四%とす。又屋根を以て蔽ひ、積み置くも大氣中の濕分を吸取すること、凡そ一六%重量を増すこと、平均六乃至七%而して多量の水を吸取せるものは使用に堪へざるに至る。

**骸炭** 骸炭は石炭を燻蒸して製せるものなり。是を製するには恰も木炭製造の場合に於ける如く、微量の空氣を通じて石炭の一小部分を焚燃し、其爲に發生する熱を以て他の部分を化炭せしむるものと、空氣を遮斷せる爐に容れ外方より之に加熱せるものとあり、而して第二の製法に據るものは副産物なる釜兒、安母尼亞等を採收することを得。

骸炭製造に供用する石炭は是を碎粉して洗炭を施し、石炭中に含蓄する挟み物、乃ち灰分、土砂及び硫黃を驅除す、而して洗炭して挟み物を除くは其比重による。

骸炭爐の種類構造は頗る多し、而して其一是骸炭のみを専ら製造するもの

にして副産物を採收する能はざるもの、其二是副産物を採收するものにして、茲に此等の爐種一二を掲げ、大要を略記する所あるべし。

**コツペー骸炭爐** 此爐は廣く用ゐらるる、も副産物の採收に適せず、りは骸炭と爲すべき石炭を納る、室にして石炭は $\alpha$ なる孔より装入するか又は電動装置を以て運轉する杵を以て搗堅めたる炭塊を側面より爐に推入す、而して薫燒の爲に發生する瓦斯は縦立する多數の通路 $c$ に入り、 $e$ なる床下通路を通じて隣室の瓦斯と相會す、及び $b$ の兩室は相互に連合し、作業するものにして、り室の薫燒終れば $b$ に裝炭する如くす、り室の一終端に於て瓦斯はり室床下の $e$ なる通路より他の終端に至り、 $d$ を経て $f$ なる烟突に導くなり、第一圖及び第二圖に示すが如し。

瓦斯を燃焼せしむるに要する空氣は爐の側壁にて加熱せられ、狭き縦立せる通路穹窿に設けある多數の孔井に床下通路の蓋壁の孔を経て室内に送入し、其加減は加減弁を以てす。

當時は室の兩端下に貯熱室を設け、是に格子形に耐火煉瓦石を積み、て是に



熱を吸収せしめ空氣は逆行して其貯熱せる室を通する設備を爲す而して貯熱室は爐の全長に通せしむ

長十米幅〇六米高一六米のコッペー爐にて一回の裝炭量六噸三十六乃至四十二時間を要す其内容は九六立方米表面積四十四平方米加熱面積二十八四平方米なり一噸に要する内容積は一六立方米加熱面積四七三平方米にして一立方米の容量に要する加熱面積は二九六平方米一日の製炭量は石炭の凝集性瓦斯發生の多寡により二噸半乃至三噸の間にあり

ラツト、ホフマン式骸炭爐 當時廣く使用せらるゝ同式骸炭爐は耐火煉瓦石を以て築造せる狭き斷面を有する室より成る第三及び第四圖に掲ぐるもの、如し其室壁に同一寸法の縦立路を各十六を設け其上端は同路と直角を爲し設けたる焰道に通し下端は爐底下にある室を経て貯熱室及びに接続すの室は又は瓦斯導管より入り來れる燃燒用瓦斯と若くはに於て加熱せる空氣と相會して燃燒する所なるを以て焚燃室と唱ふ〇室には蒸溜物を抽出すべき排氣管二個を設け其排出瓦斯は爐上に少しく

傾斜を附したる管に集む又薰燒室はなる戸を以て開閉す

爐に裝炭するには電動裝置を以て運轉する杵を以て細粉せる石炭を室の内容に適する如く搗堅め其搗堅めたるものを室の側面より裝入して戸を閉塞し粘土を以て目塗を施し管に導く加減弁を開き發生せる瓦斯を排氣器にて吸出さしむ而して其瓦斯の吸出は發生瓦斯の分量によりて加減せざるべからず特に注意を要するは室内に送入する空氣の量の多きに失せざるにあり但し空氣は戸に設けある小孔よりのみ室内に進入す

瓦斯はより焚燃室に入り室にて約千度に熱せられたる空氣と相會して焚燃し瓦斯は路を上騰して瓦斯を路より導くべき交叉焰路に誘致す燃燒せる瓦斯は路を経て焚燃室に至り夫より貯熱室に達し其室壁を熱し二百五十乃至四百度の熱を帯びしめて後烟突より脱出す

瓦斯を路の一方よりのみ送入すれば裝炭の加熱高低均等ならざるを以て是を避くる爲に一時間毎に瓦斯を變更しより送入し貯熱室にて加熱せる空氣となる焚燃室にて相會して燃燒し路より上騰して其熱を室壁



に吸収せしめ、路より $\nu$ 及び $\nu$ に達して更に貯熱したる後烟突に飛散せしむ

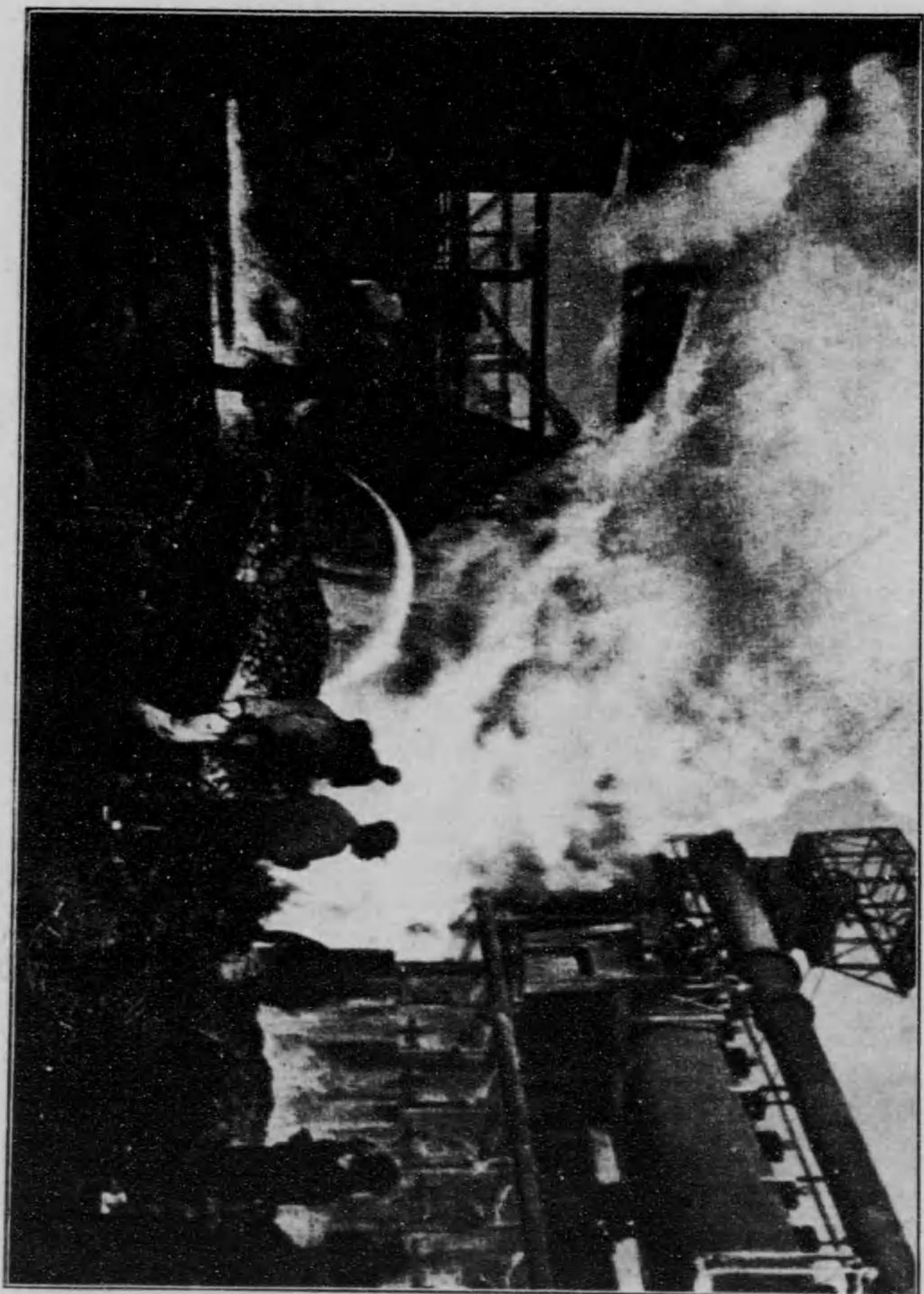
石炭よりは水分及び主として炭化水素より成れる揮發物を發生す而して其揮發物は排氣器を以て $\nu$ なる集氣管に導くときは重き揮發物は冷却の爲に沈溜して爹兒となる

爹兒の成分は

四%	輕油	二%	アニリンベンゾル	一四%	クレヲント油
二八%	アントラセン油	四四%	ビッチ	約一四%	の水

揮發性の蒸溜組成物は排氣器を過ぎて副産物採收装置に至り水にて洗ひ爹兒の殘餘と安母尼亞を去り洗滌せる瓦斯は瓦斯メートルに導く其瓦斯の成分は 五四% 水素 三六% メタン 六% 一酸化炭素 二% 炭酸なり

瓦斯メートルに入り來れる瓦斯の約四分三は薰燒室の加熱に使用し四分一は瓦斯發動機又は汽罐等に充用す



炭 爐 の 景



爹兒はピッチ輕重油ナブサリン等又はアニリン色素の製造に供し安母尼亞水は硫酸安母尼亞となし肥料を製す

以上略述せるものは固體燃料なるが製鐵上に使用するものは尙ほ外に流動體燃料及び瓦斯體燃料あり

**流動體燃料** 流動體燃料は石油重油等の類にして石油は平均八五%の炭素一四%の水素及び一%の酸素を含有す而して石油を用うるには蒸氣又は壓搾空氣を以て吹き霧の如く爲し又は熱せる鐵板上に點滴して瓦斯に化せしめたるものを爐内に噴込み點火するときは高熱度を發す然れども石油を製鐵作業の燃料として用うることは僅に二三を除くの外は未だ廣く用ゐられず

**瓦斯體燃料** 瓦斯體の燃料は製鋼上最も重要なものにて其應用は日に月に益々盛んなり而して其主要なるものは天然瓦斯熔鑛爐瓦斯、骸炭爐瓦斯及び瓦斯發生爐瓦斯なり

**天然瓦斯** は當時北米に於て特に繁用せらるゝものにして地殼を穿ちて



噴出せしめ是を導管にて所要の場所に導き用ふ此瓦斯は其量の莫大なると共に高熱度を發生し其性分は平均二〇%の水素七〇%のメタン六%の重炭化水素一%の炭酸三%の窒素より爲る。

熔鑪瓦斯 は熔鑪より發生する瓦斯にして製鐵上最も有利なるものなり其發生性分及び應用に關しては銑鐵製造の部に記する所あるべし

骸炭爐瓦斯 の發生及び性分に關しては骸炭製造の部にて述べたるものの如く汽罐加熱爐街燈等に用ひ當時は特に瓦斯發動機に應用せらる

瓦斯發生爐瓦斯 は製鐵作業上極めて重要にして高熱度を發せしむると同時に燃料の節約を遂行するを得るものなり但し理屈上より云へば固形炭素が完全燃焼を爲すときは是を一酸化炭素の完全燃焼に比すれば約三分二以上の効率あるものとす然るに固體燃料の完全燃焼は期し得べからざるに反し瓦斯は充分に完全燃焼を爲すことを得べく其得失を比較するときは瓦斯は遠く固體燃料に勝るものとす殊に瓦斯化せしむべき燃料は其質の如何を問はず經濟上に於ても超乘する所多大なり

瓦斯發生爐 は燃料を爐に裝入し爐の底部より一酸化炭素のみを發生せしむるに必要なだけの空氣を送入し其燃焼により發する熱を以て上層に於ける燃料を瓦斯化せしむる装置なり

瓦斯發生爐の主要なる構造及び化學的變化の概要は燃料を爐頭より裝入し外氣の進入を遮斷する爲に蓋を密閉し空氣を底部より送入するときは其附近に於て燃焼して一酸化炭素を發生し其瓦斯は熱を帯びて昇騰して新に裝入せる燃料を乾燥し大部分は其儘脱出す又燃焼の爲に生じたる炭酸は紅熱せる燃料に接觸して一酸化炭素に化して上記の瓦斯と混和して脱出す乃ち燃料の炭素は空氣中の酸素と和合して一酸化炭素を組成し炭酸は燃料の炭素と接觸して一酸化炭素と爲り水蒸氣も亦燃料の炭素に觸れて一酸化炭素と遊離水素となる斯して發生せる瓦斯は一酸化炭素を主成分とし水素炭化水素及び炭酸の少量づ、并に約六〇%の窒素より爲るものとす

當時瓦斯發生爐の構造は頗る多様なり今一二を左に略述すべし

シーメンス瓦斯發生爐 はシーメンス氏が瓦斯發生爐考案當初の構造に



して火床式發生爐中最も良く知られ構造簡易にして第五圖に示すもの、如しは裝炭口にして燃料は圖に於けるが如く爐内に堆積しりは平置火床 $\eta$ は階狀火床なり灰落には水を入れ燃焼用空氣は火床の間より衝入し發生する瓦斯は發生室の頂部に設けある瓦斯道 $\epsilon$ より他に誘致するなり

ドーソン瓦斯發生爐 は水を以て爐の底部を閉塞する式の一にして第六圖の如し灰燼は底部の水中に落ち絶えず搔出し水は又瓦斯の逸出を防ぐに供す爐の外皮は鐵板を以て造り内部は耐火煉化石にて積み $E$ なる柱を以て水中に支へ空氣及び蒸氣は蒸氣送風器を以て $A$ なる蓋を爲せる中央管 $F$ より送入す瓦斯は爐の頭部に設けある瓦斯道に入り更に下向す

其他ウイilson式は固定の爐底式なりダフ、モンド等も亦夫々特有の裝置を爲し何れも良好なる成績を示すものなり

ケルペリー瓦斯發生爐 は爐の底を水にて閉塞し絶えず緩徐なる廻轉を爲す火床 $A$ を設備し爐内に堆積する灰燼を除去し且つ爐壁 $\eta$ を冷却して侵害を妨ぐるに供す第七圖に示すもの、如し其他タルボート、ヒュージス、レーマ

ン式等も機械的特種の裝置を爲し或は爐内を攪拌し又は爐を廻轉する等種々なる方法を以て瓦斯の發生を完全ならしめんとす

燃料を裝入するには普通裝炭函に人手を以て燃料を盛りて蓋を爲し然る後函底に設けある恰も陳笠形の閉塞器を開閉して爐室内に裝入するなり當時は人力を省くと同時に裝入する燃料を均等に且つ絶えず爐の全面に普く裝入する爲に機械的裝置をなすものあり

數種の瓦斯發生爐の發生せる瓦斯の成分は

	炭酸	一酸化炭素	水素	沼瓦斯	重脂瓦斯	窒素
ウイilson式	五、二〇	三三、四	三、〇〇	二、九〇	〇、四〇	五、一八
ドーソン式	五、五〇	三三、九〇	二、五	三、一〇	〇、三〇	五、三三
シーメンス式	四、八〇	二四、八〇	八、七〇	二、三〇	...	五、六〇
ダルボート式	二、九二	三三、五	三、六	...	...	四、九〇
亞米利加式	五、二〇	三三、八	一八、五	二、四〇	〇、四〇	六、三〇



## 第七章 爐

爐とは燃料を燃焼して發生する熱を可及的完全に冶金上の目的に利用せしむべき装置を云ふ而して爐は其形狀及び應用により左の數種に區分す

- 一 熱すべき物體が固體燃料に直觸し爐の高さ低きものを炎土と云ひ精鍊炎土、鍛冶炎土の類なり
- 二 熱すべき物體が固體燃料に直觸し爐の高さは其直徑よりも高く燃料及び加熱すべき物體を爐頂より装入し下より通風するものを高爐と云ひ熔鑄爐、熔銑爐の類なり
- 三 加熱すべきものが焰にのみ接觸するものを焰爐と云ひシーメンヌマルチン爐の如きものなり
- 四 加熱すべきものが固體燃料又は焰にも直觸せざるものを間接加熱爐と云ひ軟過爐、坩堝熔解爐の如き類なり
- 五 特に燃料を要せず加熱すべきもの自身又は夾雜物質が化學的作用

により燃焼して發熱するものを自熱爐と云ひベセマー爐、トロペナス爐の類なり

## 六 電氣の發熱によるものを電氣爐と云ひ電氣熔鋼爐の如し

一 炎土 炎土は最も舊式にして最も簡便なる装置なり直に地上に設くるか又は地上に窪み(火窪と云ふ)を造り是に木炭を堆積して點火し加熱すべきものを其火中につき入れ加熱するなり火度を強烈ならしむる爲に輔を用ふ又熱の放散を防ぐ爲に周圍に圍ひを爲す此爐種は熱の利用最も不完全にして大部分は徒に放散し熱の能率は僅に〇・〇五若くは其以下とす

二 高爐 高爐は其高さ少なくとも爐の直徑より大なるものにして燃焼に要する空氣は送風装置を以て爐の底部より送入し加熱すべき物及び燃料は爐頂より装入す而して燃焼は爐の下部に起り爲に發生する熱は爐内を上騰し之に逆行して下降する物體及び燃料に熱を分與する故に熱の利用大に完全なり加之下部に於て燃焼の爲に發生する瓦斯及び熱は下降する物體に理化學的作用を起し還元等を容易ならしむ此種の爐の能率は〇・三若くは其



以上に達す

三 焔爐 は燃料を焚燃する室と物體を加熱する室を異にし焚燃の爲に發生する焔を加熱床に導き物體を熱する装置なり是を火床式瓦斯式及び半瓦斯式の三種に區別す

火床式焔爐 第八圖及び第九圖は此種の爐の一例なり $a$ は焚燃室 $a_1$ は裝炭口にて火床は燃料の種類により梯形又は平置とし $c$ は加熱床なり加熱床は水平のもの又は少しく傾斜を附せるものあり或は中窪と爲すものありて應用により差異あり火床と加熱床の面積の割合は燃料の種類所要の熱度により一に於ける二乃至四位までとし加熱床の長さは加熱の目的により一定せず焚燃室と加熱床の中間に火橋あり火床と火橋の上端までの間隔は加熱すべき目的によりて高低あり乃ち酸化を忌み且つ高熱度を要せざるものは一米に達し酸化作用を忌まず高熱度を要するものは是を低くし〇、三米若くは少しく其以上を度とす火橋と加熱床上の高さも亦是に據るものにて約〇、五米位を定度とす火橋と爐蓋の間隙の面積は火床面積の〇、四乃至〇、七倍

とす

加熱床の一端に吸込口あり其斷面積は火床面積の十分の一乃至六分一とす而して吸込口の狭きは焔の速力を減じ加熱床内に於て完全燃焼を爲さしむる爲なり然らざれば焔は充分に燃焼せずして加熱床を通過すべし

爐蓋は概して焚燃室より吸込口に至るに従ひ低く且つ狹窄せらる、穹窿を以てし燃焼の爲に發生する熱を反射せしむ故に反射爐の稱あり

加熱床にて燃えたる瓦斯は吸込口より烟突 $e$ に飛散す

此爐種の能率は〇、〇八乃至〇、一の間にあり

瓦斯式焔爐 瓦斯を應用するときには管に燃料の材質を問はざるのみならず至高の熱を發生し得ると同時に燃料を節約すること頗る多大なり瓦斯式は千八百四十年シーメンズ氏兄弟の發明に係るものにして其目的及び方法は固體燃料を瓦斯化し其瓦斯と燃焼に必要なる空氣を豫め強く熱して燃焼せしむるときは頗る高き熱度を發生せしむるを得べく兩氣體を熱するには殊更に燃料を要することなく廢熱を利用するにあり



其構造の大意は二對の貯熱室乃ち氣體の流通を阻止せざる程度に於て耐火煉瓦石を累積し氣體をして其間隙を通過する際可成的廣大なる煉瓦石の面に接觸し熱を吸収せしむべき室を設け是に加熱床にて燃燒し高熱せられたる氣體を導き通過せしむるときは室内に累積せる煉瓦石は其熱を吸収して漸次熱を含むべし或時限の後其方向を變換し他の一對の貯熱室に燃燒氣體を通じ前に熱せられたる一室には瓦斯他室には空氣を通ずるときは曩に熱を吸収せる煉瓦石に觸れて其貯熱の爲に熱せられ加熱床に入り來り相合して燃燒し高熱度を發すべく屢其方向の變換を繰返すときは熱度は益々相合はり終に至高の熱度を發せしむるを得べし

第十、十一、十二及び十三圖は瓦斯式熔爐を示すA A<sub>1</sub>は瓦斯用B B<sub>1</sub>は空氣用貯熱室cは空氣用dは瓦斯用變向弁にして多くは槓杆裝置を以て同時に瓦斯及び空氣の方向を變換する如くす貯熱室内には恰も格子形に耐火煉瓦石を積み其煉瓦石の容積は通例室の總容積の約二分一を充す圖に示す所の變向弁の位置にありては瓦斯は變向弁の上より入り、路を経てAに入ると同

時に空氣はm路を過ぎてBに入り共に熱せられつ、貯熱室内を上騰し噴出口にて相會し燃燒しつ、加熱床に入り他の側にある噴出口乃ち吸込口よりA<sub>1</sub>B<sub>1</sub>兩室に入つて加熱しn及びo路を経て變向弁に至りp煙道より煙突に脱出す而して加熱床に於て燃燒し發生せる高熱度は貯熱室にて吸収せられ煙突に脱出するときは低熱度を帶ぶるに過ぎず

作業上の種々なる關係よりして一對の貯熱室の容積は一時間に百疔の石炭を瓦斯となすべきものに對し四乃至八立方米とし一對の室の總斷面積を二、五乃至三平方米とす

空氣は常溫度瓦斯は發生爐より帶び來れる熱を以て各室内に入るを以て室の容積の割合も亦差あり空氣用貯熱室と瓦斯用室の比は四に於ける三乃至三に於ける二位を例とす

シーメンス瓦斯式の能率は〇、一四乃至〇、一八とす

半瓦斯式熔爐 シーメンス瓦斯式一たび世に出で如何なる燃料も良く瓦斯に化生し高熱度を發生し得るの利益の多大なるを覺知せる後はシーメン



ス式の設備に少なからざる費用を要する爲に可及的簡單なる構造の考按を爲すに至れり先づ瓦斯發生爐を出來得る限り加熱床に近接せしめて瓦斯の帶熱を失はざる如くし瓦斯用貯熱室を節約する手段を採り燃燒に要する空氣は爐の側壁又は床下に設けたる路を通じて加熱し床内に進入する前に瓦斯と混和し燃燒せしむるか又は空氣のみの貯熱室を設け燃燒したる瓦斯を以て是を熱するものあり又は多數の烟路を設け是を圍んで空氣路の管を通じて燃燒したる瓦斯をして絶えず烟路を通じて烟突に飛散せしむる爲に其烟路の周圍にある空氣路を熱し燃燒用の空氣を加熱する装置のものあり

第十四及び十五圖は此種の爐の一例にしてaなる瓦斯發生室にて發生せる瓦斯は直に加熱床に入り燃燒用空氣は矢の方向を以て示す如く爐床下を迂回して加熱せられて。より入りdにて瓦斯と相會し燃燒す

四 間接加熱爐 は加熱すべきものに燃料又は火焰を直接に觸れざらしむる爲に一の容器に納め高爐又は焰爐中にて加熱するものなり坩堝熔鋼爐の如き是に屬す此爐種にありては先づ容器を熱し更に目的物を加熱せざる

べからざる故に能率至つて低くシーメンヌ瓦斯式の爐を以てするも〇、〇三乃至〇、〇四に過ぎず

五 自熱爐 は殊更に燃料を用うることなく裝入物中に含有夾雜する物體が酸素と和合して燃え發熱するものなりベセマー熔鋼爐の如き是なり同爐の場合には熔解銑鐵中に強壓せる空氣を通ずるときは銑鐵中の炭素、硅素、滿俺等燃燒發熱して鋼鐵を熔解状態に維持するに足るべき高熱を發す

六 電氣爐 電氣の發熱を加熱作用に應用するものにして弧光式と誘導式の二様あり弧光式は加熱すべきものが二個若くば夫れ以上の電極間に生ずる弧光によりて發する熱を以てし誘導式は鐵眞に通ずる電流の爲に鐵眞は磁力を生じ絶えず其方向と強度を變更し熔解物に電流を生せしめ爲に發する熱を利用するにあり此場合には熔解金屬は恰も二次捲線を組成す

## 第八章 爐材

冶金用爐を構造するに要する爐材は高熱度に耐へ熱度の急變高低により



伸縮少なく罅裂を生ぜず熔解金屬又は滓分に接觸するも化學的作用を起さず侵蝕又は溶化せらるゝことなくして久しきに耐ふるものならざるべからず而して爐材には天然に産出する耐火物質を用ひ其純粹なるものは容易に溶化せざるものも含有夾雜する物質の爲又は偶然に混入するもの、爲に全く耐火性を減退するものなり

耐火材料には酸性、鹽基性及び中性の三種あり酸性材料の主成分は硅酸にして石英、石英礬石、燧石等の類なり鹽基性材料は鹽基性の和合物にして石灰、苦土、苦灰石、クローム礬等中性材料は耐火粘土乃ち硅酸礬土、蠟石の類なり黒鉛も亦中性なり

酸化鐵(鐵皮)硅酸鐵(鐵滓)の如きも或目的によりては鹽基性爐材として使用するこゝとあり

酸性材料の最も忌むものはアルカリ、アルカリ土、酸化鐵、酸化滿俺等の如き鹽基性物の混和にあり鹽基性材料に對しては硅酸なり中性のものは兩性相平均するものにして若し其一方が過分に混和するときは至つて熔け易

し砂、酸化鐵、石灰、苦土の類なり

爐材は天然に産出するものに手工を加へて造形し其儘使用に適するものなきにあらざるも一般に用ゐらるゝものは人造爐材にして天然に産出する適當なる原料を撰擇して配合し製せるものなり是を耐火煉瓦石と云ふ

酸性耐火煉瓦石は硅石煉瓦と唱へ天然の儘若くは一たび焙焼に附したる硅酸石を碎粉して適宜の粒狀と爲し之に結合劑として極めて少量の石灰水又は粘土を加へ濕ふして混和し摸型に入れ推壓機にて強壓するか又は叩き堅めて造形し乾燥して後焙焼に附す

中性耐火煉瓦石はシャームット煉瓦石又は簡單に白煉瓦と稱するものにて原料は耐火粘土なり耐火粘土は元來強き粘着性を有し其儘造形して焙焼するときは頗る硬度を加へ收縮すること甚しく罅裂を生ず故に粘土は豫め是を焙焼して焼粘土となし是を碎粉し粘結の爲に少量の粘土を加へ濕ふして捏ね造形して後乾燥し更に焙焼に附す蠟石も略ぼ是に同じ

粘土は砂、酸化鐵、アルカリ土等を夾雜混和し不純質となり耐火の度を減



するものなるを以て水干に附し是等の物質を除くを要す

鹽基性耐火煉瓦石はマグネシア煉瓦クローム煉瓦并に苦灰石煉瓦の類なり  
マグネシア煉瓦の原料は炭酸苦土にしてマグネサイトと云ふ先づ是を強く焙焼し炭酸を驅除して苦土となし碎粉し是に結合劑を加へ推壓機にて造形し乾燥の後白熱中にて強く焙焼す斯く強熱を加ふるは兎角水分を吸収し易く延いて炭酸を吸収し終に使用に耐へざらしむる故なり苦灰石煉瓦は一層強き焙焼を要すクローム煉瓦はクローム鐵鏽を碎粉して是を製す

粉粒の儘にて爐材と爲すものあり硅酸石末は酸性爐の爐床に用ゐるマグネシアは鹽基性爐の爐床に用ゐる鹽基性爐材として最も廣く適用せらるゝものは苦灰石乃ちドロマイトとす苦灰石は炭酸石灰と炭酸苦土の合成物にして先づ包含する炭酸を驅除し且つ再び水分及び炭酸を吸収せしめざらしむる爲に強熱を以て焙焼し碎粉して後使用す而して焙焼せる苦灰石には水を用うべからず何となれば水を用ゐる濕ふときは大氣中の炭酸を吸収し終に使用に適せざらしむ故に必ず釜兒の熱したるものを用う

耐火煉瓦石を積むには俗にトロと稱するものを用ゐる接合劑となす其繼目をメヂと云ふ接合劑は必ず其煉瓦石と同一質の物を用うるを要す故に多くは同一の煉瓦石屑を碎粉したるもの又は同一質に配合せるものを以てす是を耐火モルタルと云ふ築爐には可及的メヂを狭からしむるを要す何となればメヂは煉瓦石に比すれば緻密ならずして火熱に侵され易し故に最も重要な部分を築造する場合には煉瓦石を摺合せて殆んど接合劑を用ゐざる位に築造することを勉むべきなり



### 第二編 銑鐵製造

#### 第九章 銑鐵の分類

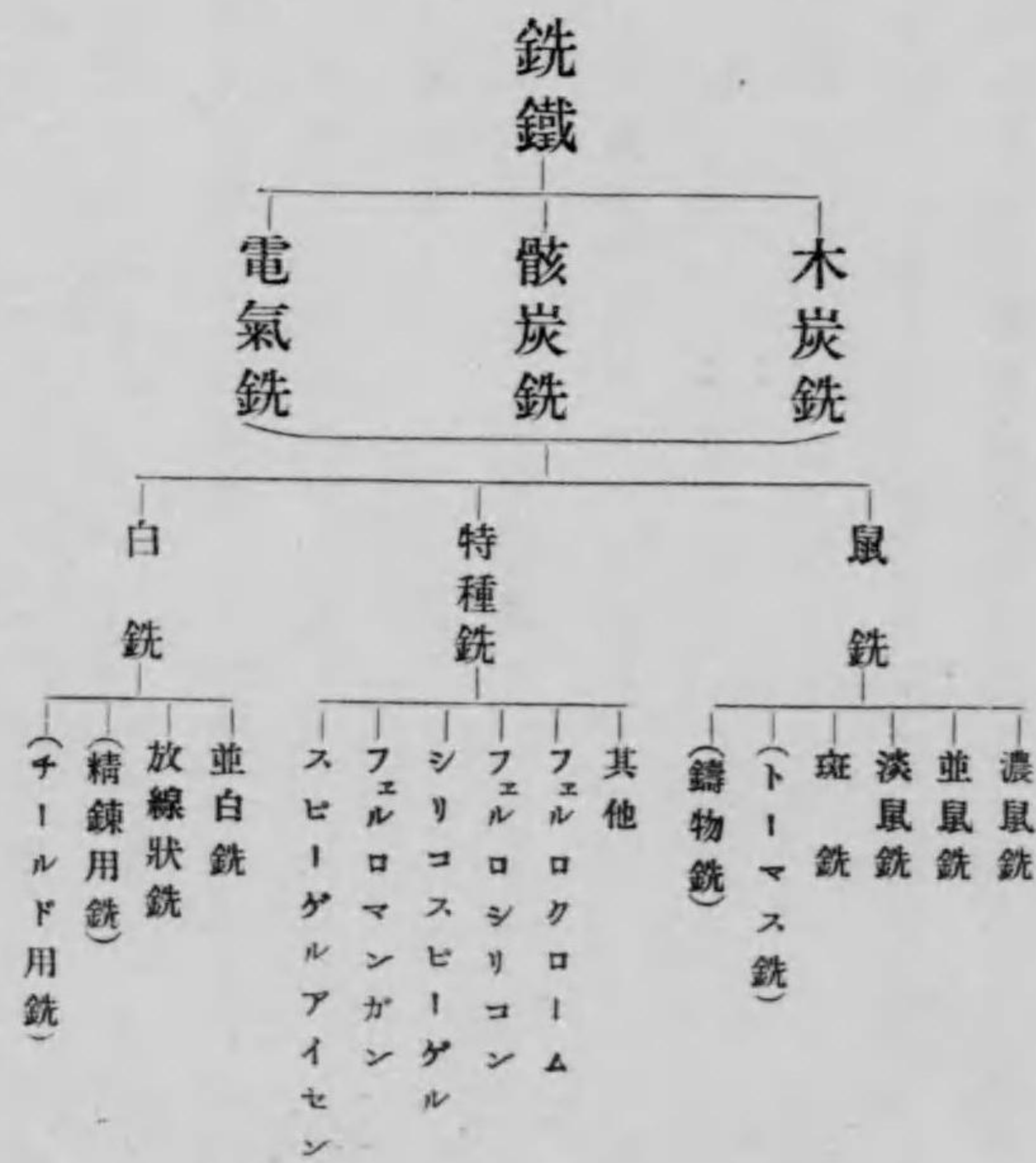
銑鐵は鐵冶金術の方法により鐵鑛より其夾雜混和する物質を鑛滓化せしめ鐵分のみを還元分離して得たるものなり而して銑鐵は鐵分の外に種々なる物質を含有するものにて大體は

- 炭素 二、五%より四%
- 矽素 一、五%より五、三%
- 滿俺 〇、五%より四%
- 磷 〇、〇七%より一、八%
- 硫黃 〇、〇一%より〇、一八%

の範圍内にあるも製鐵の方法用途等により多少の増減あり

銑鐵は製造の方法、性質、肌理、用途、合金物の種類等により分類すること左の

如し



鼠銑 新しく折りたる破面は黴鼠色を呈し粗鬆にして鐵粒の間には細き葉狀を爲せる黒鉛を夾錯す熔解銑鐵中に於ける炭素は悉く硬化性炭素とし



て鐵と共に熔解せるものなり而して漸く冷却して約千百度に至れば黒鉛と爲り分離して鐵粒の間に夾錯す黒鉛の分離は硅素の存在する量の多寡及び炭素の量によりて差あり若し炭素及び硅素の含有量少なきときは黒鉛分離して全破面を覆ふに至らず白色の母鐵面に小黒鉛片の散布附着するあるのみ是を斑銑と稱し鼠白兩銑の中間物なり鼠銑の熔解點は約千二百度にして比重は七乃至七・二熔解銑鐵は六・九とす質柔軟にして容易に削ることを得るも脆く破碎し易し

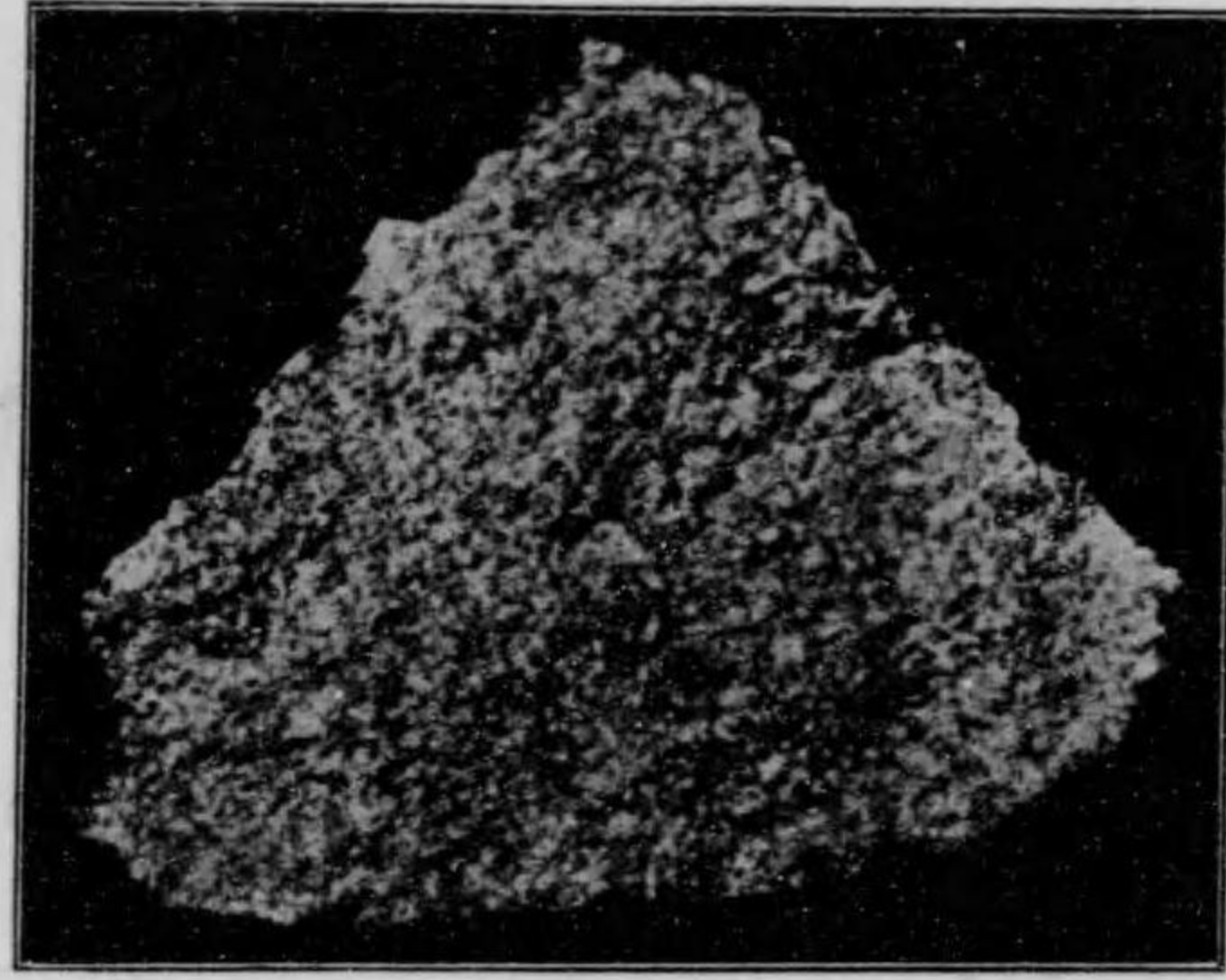
鑄造のまゝにて加工せざる鼠銑の抗壓は一平方耗につき七十五斤牽引抗力は十二斤撓屈抗力は二十五斤なり鑄造のまゝの外表は硬きも是を削り去れば平均約一〇%の抗力を減ずるものなり

磷及び硫黃の含有は木炭銑鐵最も僅少にして鑄造用骸炭銑は之を木炭鼠銑に比すれば硅素磷硫黃を含有すること多量なり

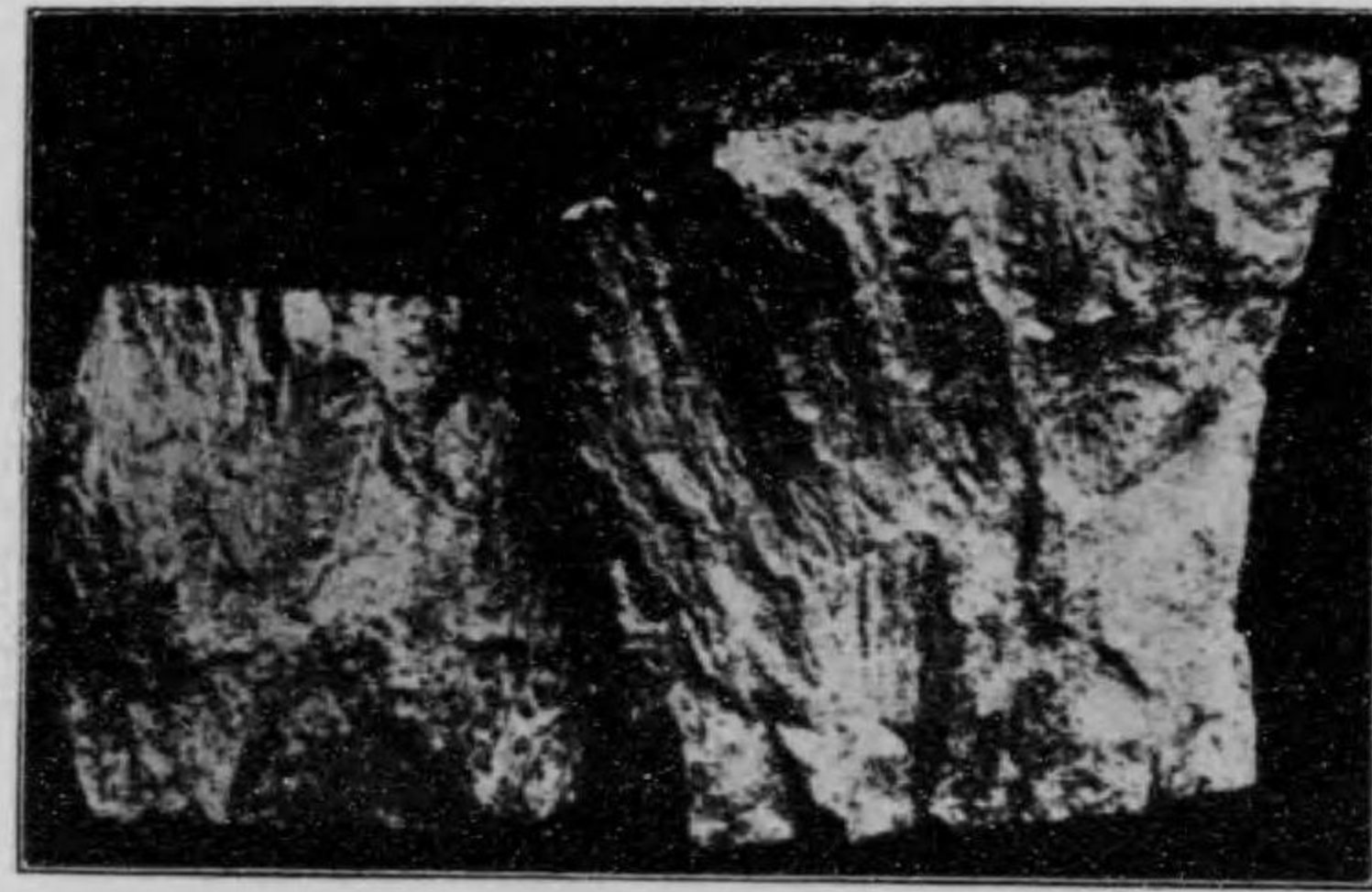
白銑 白銑中の炭素は悉く硬化性炭素として含有し黒鉛の分離を見ず白き肌理は冷却面に直角を爲せる放線狀組織を爲し其質密にして硬く抗力弱



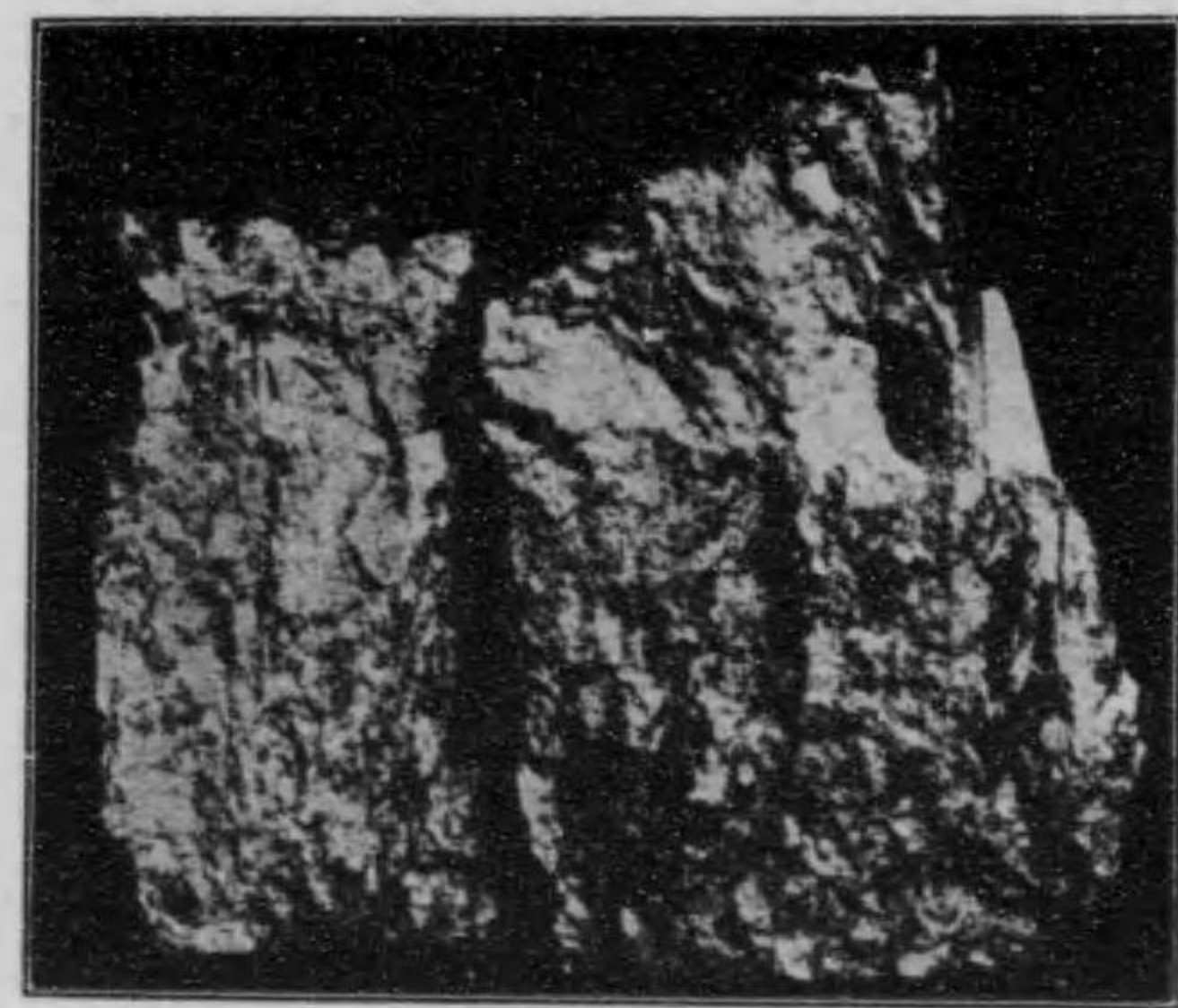
鉄 鏡 の 破 面



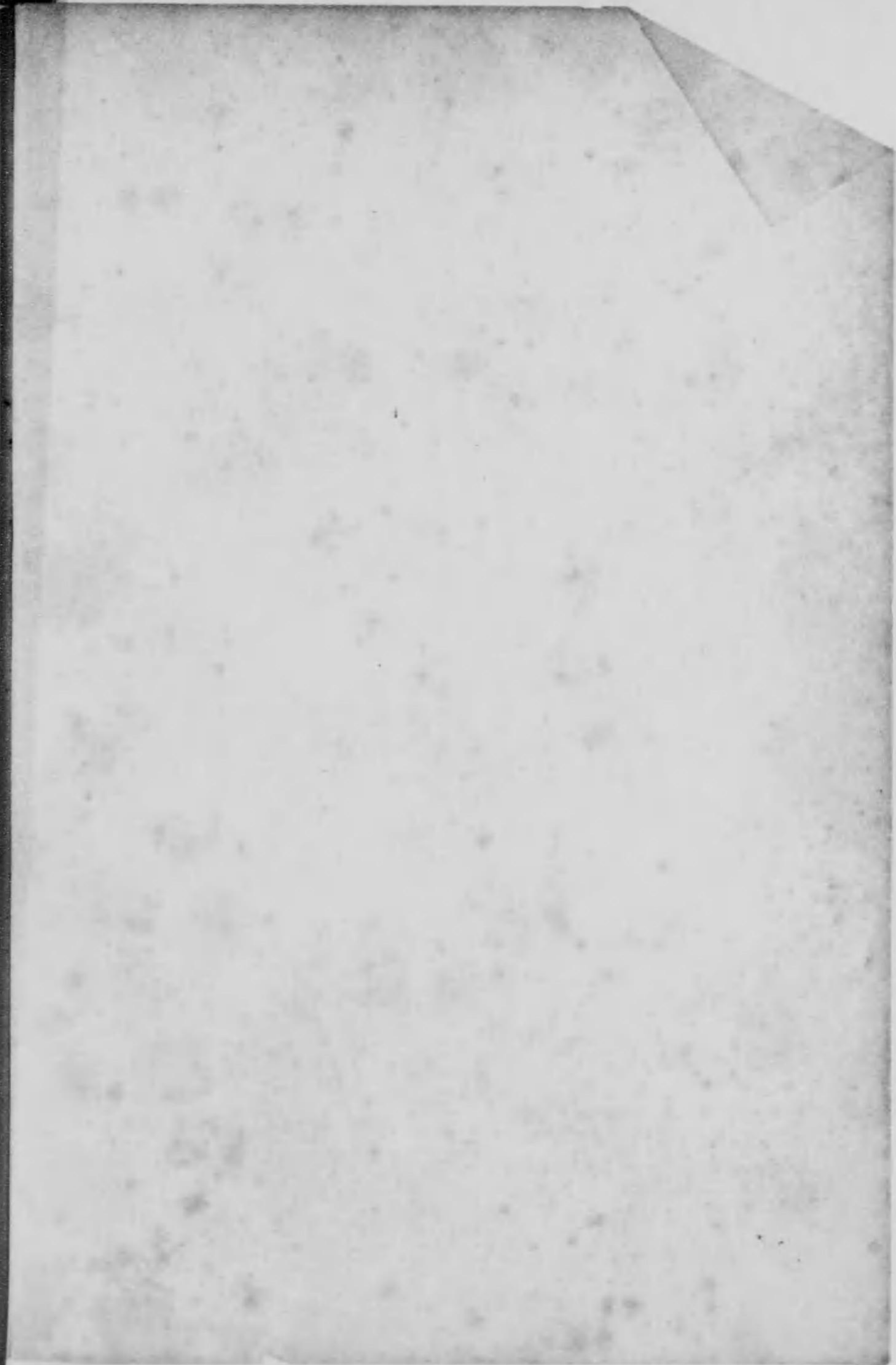
黒  
鉄



白  
鉄



鏡  
鉄





く鼠銑よりも脆し熔解點は千五十度乃至千百五十度にして比重は約七六

白銑には概して多量の燐と滿俺を含有するものなり

**鏡鐵** 銑鐵中の滿俺含有量増加すると共に炭素の量増加し滿俺に富むるものは鏡狀の肌理を呈し鏡鐵(スビーゲルアイゼン)の稱あり鏡面は相交叉し熔解熱度は千百度其新しき破面は白色なるも往々種々なる色彩を爲す炭素の含有量は四乃至五、二%滿俺は五乃至二五%の間にあり

**滿俺鐵** フェルロマンガンは滿俺鐵及び炭素の合金物にして其色白黃又は種々なる色彩を爲し滿俺の量増加と共に鏡狀を失し密なる肌理を呈し滿俺含有量は三〇乃至八五%熔解熱度は千百五十度炭素は七五%に達するものあり滿俺鐵に硅素一二%までを含有するものあり是を硅素滿俺鐵と云ふ

## 第十章 熔鑛爐

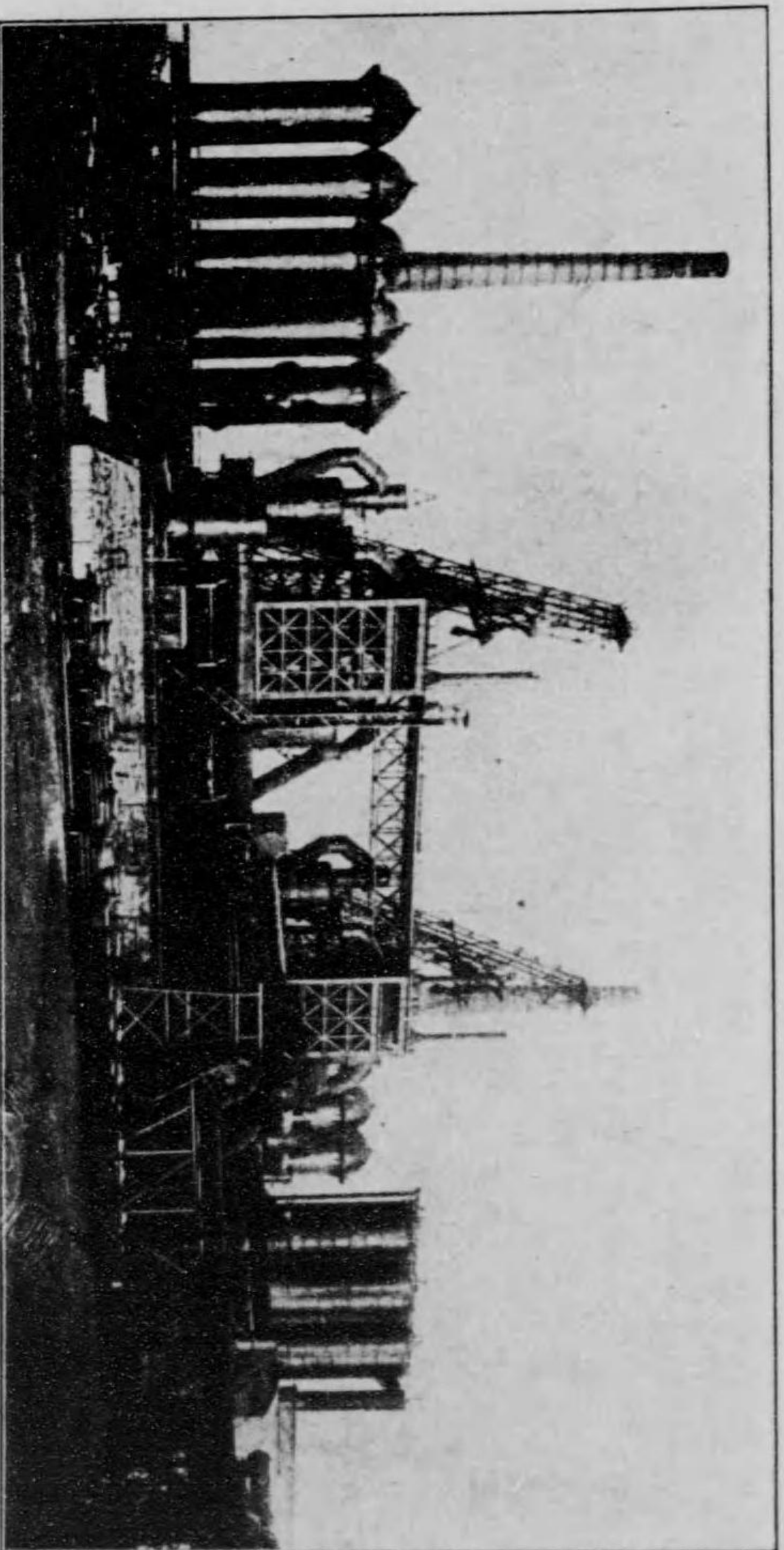
天然に産出する鐵鑛より冶金的方法を以て鐵を還元して銑鐵を製するに用うる爐を熔鑛爐と稱し高爐に屬す



往時木炭を以て燃料と爲せし時代の熔鑛爐は其高さ五乃至七米にして一日の出銑高も二乃至三噸に過ぎりしに鐵の需用増加と共に爐は漸次大となり従つて樹木の消費も亦益多大と爲れり十八世期に至り始めて木炭に代るに骸炭を以てせし當初は出銑量も尙ほ少量なりしに逐次増加して現今は其量數百噸を製出するものあるに至れり

熔鑛爐には爐頂より鑛石并に燃料を互ひ違ひに装入し爐底より送風し燃料の炭素を酸化炭素及び炭酸に化せしめ其酸化炭素は降下し來れる鑛石媒熔劑等の固體物に逆行昇騰して其熱を分與し爐の上部にては水蒸氣又は瓦斯に化生すべき物質を揮發せしめ爐の中部以下にては鐵を還元し炭素を吸收して銑鐵と爲し鐵鑛中の不純夾雜物及び媒熔劑を鑛滓に化し熔解分離せしむ而して酸化炭素の餘剩還元の爲に組成せる炭酸風中の窒素装入物より發する水蒸氣及び其他の瓦斯は爐の上部より脱出し銑鐵及び鑛滓は爐底に溜集して各其比量によりて分離す而して鑛滓は絶えず放流し銑鐵は時を定めて流出せしむ

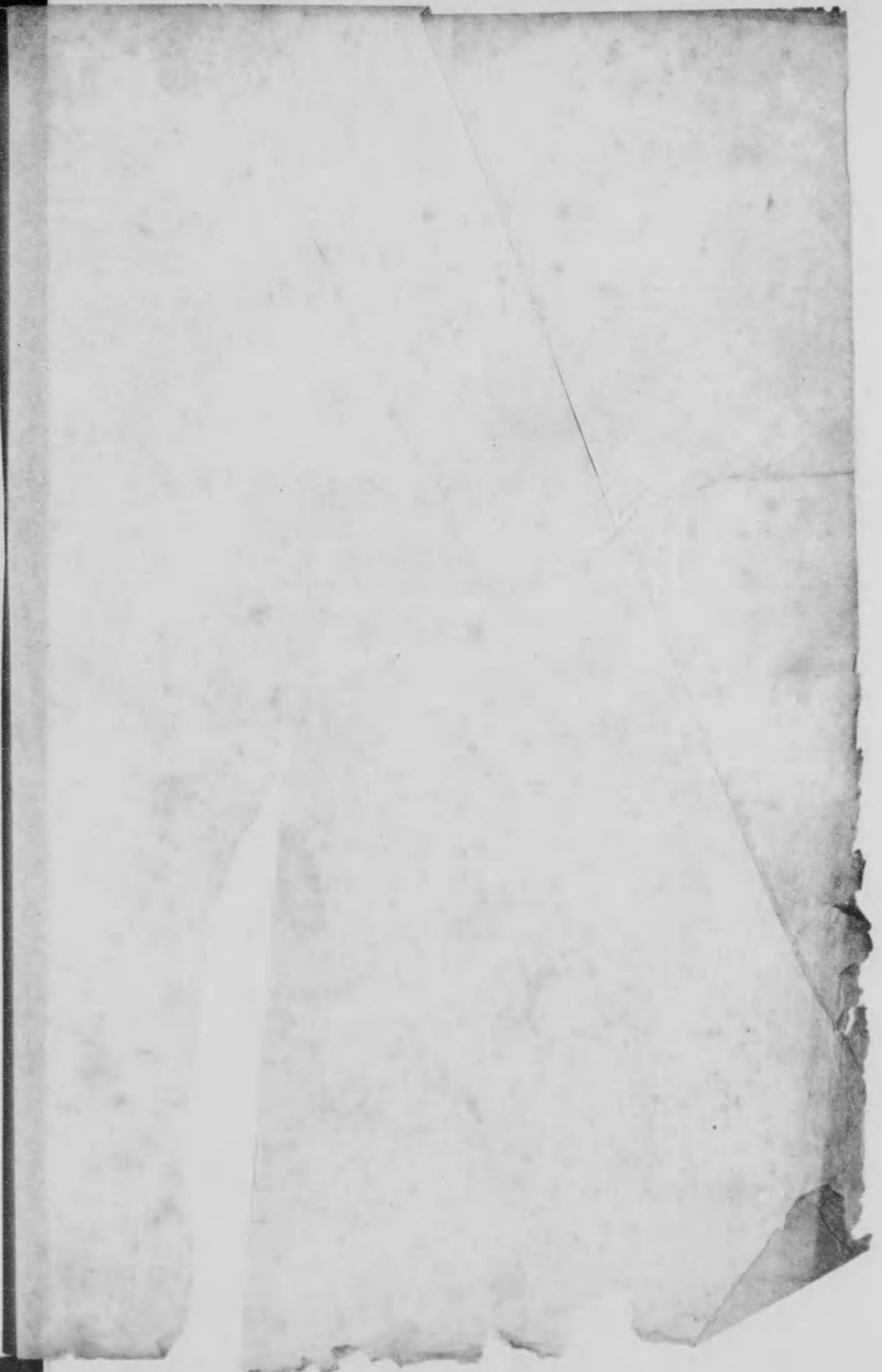




瓦斯除塵裝置

爐 鐵 炸

熱 風 爐





當時熔鑛爐の理想的形狀は圓筒形なりとの説を爲すものあれども未だ實  
施せられたるものなし熔鑛爐の内容形狀は既に多年間の經驗に基き爐内各  
部の割合は略ぼ一定せるものあり而して其重もなるもの、一例を擧ぐれば

熔鑛爐の高と爐腹部の直徑の比は 三、五乃至四に於ける一

爐腹部の直徑と爐頂の直徑の比は 一、三乃至一、五に於ける一

爐腹部の直徑と羽口面の直徑の比は 一、四乃至二に於ける一

尙亦實地の經驗により爐の内積を擴大らしむれば従つて製出物の量を  
増加すると共に燃料を節約すること多大にして優に建設の費用を償ふに足  
るものあり故に現今爐の高は二十乃至三十米爐の容積は四百乃至千立方  
米に達す通例熔鑛爐を計畫する場合に於て容積一立方米につき四百軒の銑  
鐵を製出し得るものとし計算す故に鐵鑛の種類含鐵分の多寡により差違あ  
るも五百立方米の容積を有する爐なれば二十四時間に百五十乃至二百噸の  
銑鐵を産出し得るものとす

第十六圖は爐の内容を示すものにして $a$ を湯溜りと云ひ圓筒形を爲し其



底より若干の高さに羽口 $e$ あり其羽口の中心を通して畫ける面を羽口水準面と云ひ鑛爐設計の基本とす其面より下は熔解銑鐵及び鑛滓の溜集する所にして其上は燃料燃焼して高熱を發し裝入物の熔解する所なり湯溜りの上は恰も圓錐形を倒まにしたる形を爲し是をアサガホと唱へ乃ちなり $c$ はシャフトと稱し其最上端を爐頂と名づけ其徑は $l$ との接合部の徑の約八分五乃至三分二に相當せしむシャフトの高さは爐の總高の約五分三に當る $l$ と $c$ との接合部は高さ一米計の圓筒形を爲す是を爐腹と云ふアサガホ部の傾斜の度は七十度より七十八度に至る其傾斜度の緩急爐全體の形狀は鑛石及び燃料の性質竝に製出すべき銑鐵の種類によりて差異あり

熔鑛爐は耐火爐材を以て築造し熔解物質の激烈なる理化學的作用竝に非常の強熱度に耐ふるものたるを要す故に其最も激烈なる作用を受ける部分即ちアサガホと湯溜りの如きは外方より絶えず水を以て冷却する装置を爲す就中爐底 $f$ は往々熔解鐵鑛滓の爲に侵害せられ崩壞することあるを以て特に安全なる装置を爲す

往時は爐に可及的貯熱せしむるには爐の外壁を厚くし且つ保温の装置を施すを以て有利なりとし頗る厚層の外壁を以て是を包圍せるものなり然るに當時は爐内の熱度甚だ高く外壁を厚くし保熱せしむれば爐の保存に耐へざるを以て却て外壁を薄くし外方より冷却するときは爐の保存のみならず外壁の吸収し去る熱を有效ならしむの利あるを以てシャフトの如きは壁を薄くし熱の爲に伸縮して崩壞するを防ぐ爲に僅に鐵帶を嵌入するに過ぎず而して鐵帶は爐の熱するに従ひ展伸するものなれば楔若くは牝螺を以て任意に加減するを得る如くするを要す

爐頂の上に裝入床を設け爐と關係なしに鐵骨 $m$ を以て支持し裝入床より鐵製の圓筒を垂下し爐に接合する如くす故に爐の伸縮することあるも裝入床には更に關係を及ぼさず

シャフトはアサガホ又は湯溜りに比すれば久しきに耐ふるものなり故にシャフトは特に支柱 $n$ を以て支持し他部と關係を絶ち相互の伸縮の爲に相害せず且つ一局部の修理を要する場合にも其部分のみに止まらしむるを得



送風管の支柱に懸置して爐を圍繞し支管を分岐し其尖端噴出口を羽口に挿入す羽口は中空の金屬製にして絶えず其中に水を循環せしめて冷却し又羽口の數は湯溜りの大きさにより多寡の差あるも普通其間隔を約一米とす羽口の上に非常羽口あり湯溜りに異狀あるか又は他の原因により通常羽口を用ふる能ざる場合の爲に是を設く湯溜りの最下部爐底に接する所に出銑口あり夫よりも上に鑛滓羽口を設く

爐底は通例耐火材料を撞詰めて構成す是を撞詰むるに際し最も注意すべきは材料を精撰するにあり特に爐底のみを修理する場合には鑛滓等の混入せざる如く嚴重に掃除するを要す

アサガホ、湯溜井に爐底は高熱度の爲に最も侵害せられ易きを以て外面より水を灌ぎ冷却せしむ而して灌水のみにては尙ほ足ざる恐れあるものは爐壁の煉化石の間に鑄鐵製の水函を嵌め絶えず冷水を循環せしむ是に要する水量は一分時間に二乃至三立方米とす

爐頂は爐内に發生する瓦斯を捕集する爲に閉塞し得る如くし爐頂より鑛

石燃料を裝爐するに當り可及的瓦斯の逸散を防ぐ爲に底なき挿鉢形の漏斗を設け其孔口には鐘形の蓋を爲し漏斗内に鑛石又は燃料を盛り鐘を擧ぐるときは漏斗と鐘との間隙より爐内に落下し裝入終れば再び卸して直に閉塞する装置を爲す

爐内に發生する瓦斯はシャフトの上部に設けたる導管に採收して管に導くなり是を鑛爐瓦斯又は廢棄瓦斯と稱し往時は爐頂より放散せしめしものなるも當時は熔鑛爐の副産物中最も價値あるものとす

鑛爐瓦斯は爐内に於ける總て化學的作用の目的を遂行し更に鑛石等を豫熱して其水分等を驅除し了れる時期乃ち鑛石が未だ還元を始めざる前の上層に於て採集するを以て最も有利なりとす而して其瓦斯は鑛爐より導管を以て除塵機に誘致し爐灰、水蒸氣等を分離せしめ瓦斯を精淨ならしむ而して爐灰等を取除く爲に開き戸形の辨を以て閉塞し得べき装置を爲せる掃除口を設け又瓦斯の爆發ありし場合に可及的其損害を輕からしむる爲に安全裝置を附す



鑛石及び燃料を爐に装入するには一應装入床まで運び上げざるべからず而して是を運ぶには捲揚機を以てす捲揚装置は鐵骨を以て構成したる塔にして其塔の上に溝車二個を設け是に鋼索を掛け其一端に鑛石車又は運炭車を入れるべき籠を附し他の一端を捲揚機に纏絡し是を運轉するときは一籠は上り他の籠は下る如くす塔上より装入床には橋を架して連絡し捲揚たる鑛石車又は運炭車は直に装入床に持行きて爐に装入し空車は再び捲揚機にて下降せしむ

往時熔鑛爐の容積狭小なりし時分は鑛石燃料を装入床に運び來り漏斗に投入するには爐内の情況を鑑みて配分せるものなり然るに當時は熔鑛爐の内容容廣大となり到底人工的に裝鑛するは煩に堪へざるが故に捲揚塔を斜に爐の頂上に設け捲上げ來れる運鑛器又は運炭器が適當の位置に達せるとき自動的に覆へりて漏斗内に装入する装置を設るものあり第十七圖の如し

## 第十一章 風

熔鑛爐にて燃料を燃焼して必要な熱度を發せしむるには空氣を送入す其量は極めて莫大なるものなり今一例を舉れば鐵分四三%を採收し得べき鑛石を用ゐる一日に三百噸の銑鐵を製出するには約六百九十八噸の鑛石を要すべく是を熔解するには二百七十噸の骸炭を消費す而して是が燃焼に要する風量は製出銑鐵一噸につき三千二百立方米なる故に三百噸の銑鐵に對し九十六萬立方米乃ち千二百四十噸を一分時間に送入するものとし計算するときは約六百六十七立方米を要する割合なり加之多量の風を爐に送入するには爐内に堆積せる装入原料乃ち鑛石燃料より爲る高き層を貫透する爲に強壓せるものたらざる可らず通例〇・三乃至〇・五氣壓或は一氣壓を要するものあり其機械を送風機と稱す

送風機の最も簡單なるものは軸なり水力を利用するに至り専ら水車送風機を用ゐたるが蒸氣の發明以降は蒸氣送風機を以てす蒸氣送風機は縱動送風機を用うるものあるも多くは横動聯成膨脹式送風機を使用す當時は瓦斯發動機の發達に伴ひ熔鑛爐瓦斯を應用して送風機を運轉するものあり又電



動機を以てし又直接にスチームタービンに連結運轉せしに送風均勢にして良好なる結果を得たりと云ふ普通送風機は一分時間に三十乃至五十回轉汽壓は七乃至九氣壓にして五百乃至千五百馬力とす

送風機より爐内に送入する風の冷熱により冷風作業と熱風作業の二様あり往時は冷風作業乃ち常温度の風を送入したりしに英人ニルソン氏熱風送入の有利なるを論せしより専ら其應用を研究せしも殊更に送風を熱するときは燃料の消費莫大にして經濟上甚だ不利なるを以て未だ實地上の應用を見ざりしにウルテンブルグの人ファベル、ヅ、フェール氏熔鑛爐瓦斯の廉にして且つ熱風するに最も適するを發見せしより後は一として是を應用せざるものなきに至れり但し特種銑鐵製造には今尙ほ冷風作業を爲すものあり

送風を豫め熱して爐内に送入するときは熔鑛爐内の熱度を高からしめ加ふるに燃料を節減するを得べし而して之を熱する爐を熱風爐と云ふ鐵管式と石造式あり鐵管式は舊式にして常温度の風は送風機より屈曲せる鐵管内を通せしめ外方より其鐵管を熱し其熱により風に熱を與ふるにあり然るに

鐵管式は管の損することあり又加熱の度も高からざるに依り當時は専ら石造式を用ふ

鐵管熱風爐は送風を管中に通じ管外より之を熱する装置にして管は鑄鐵製断面は楕圓形を最も好良なりとす而して管は多くは縦立し稀に横置せるものあり其縦立せるものは或は据置し又は懸置すること第十八、十九及び二十圖に示すもの、如し第十八及び十九圖は据置式にして送風は先づ管に入りa部より股狀管b及びcを経てd'に集り再び股狀管を経てa'に至り更にa''よりd''に集る斯の如くしてより溶鋼爐に送入す

第二十圖は懸置式にして送風はより入りa管に集り十六乃至二十の懸置鐵管bに分れc、c'の管を経て熱せられたる風はdより脱出す而して其曲管は煉化壁に懸け置くなり加熱するには熔鑛爐瓦斯を以てし瓦斯はg及びg'管より燃燒室に入り外方f及びf'より送入する空氣と相會し其未だ鐵管に達せざる前にて燃燒を始む

懸置式の利ありとする點は完全なる熱の活用と永く操業を中止せざるも



修繕するを得るにあれども劈裂を生ずる時は管重の爲擴大せらる、恐あり  
石造式熱風爐にはウイトウエル及びクーパーの二式あり其構造の主要は第  
二十一圖に示すもの、如し圖はクーパー式にして鐵板製の圓筒より成りて  
其頂を半球の形となし内部は耐火煉瓦石を以て築造し其高二十乃至三十五  
米直徑六乃至八米 *a* は燃燒室にして其形は圓形半圓形又は楕圓形等の斷面  
を爲し *b* は耐久の爲に耐火煉瓦石を以て築造せる迫持により支へられたる  
多數の縦立路なり *d* 路よりは豫め除塵せる熔鑛爐瓦斯を *a* 室に導き *e* なる  
開閉弁より燃燒用の空氣を送入するときは瓦斯と相會して燃燒し其燃燒せ  
る瓦斯は上騰して *f* に達し更に *g* 路を經其帶熱を路壁なる耐火煉瓦石の爲  
に吸収せられ弁函 *g* より烟路 *g* に逸出す斯の如くすること數時間にして爐  
内に充分蓄熱せるときは瓦斯の送入を斷ち送風機より來れる風を *h* より送  
り *h* 路を騰り *a* 室を降り爐内の蓄熱により加熱せられ *i* 弁より熔鑛爐に入  
る而して縦立路及び壁の表面積は平均三千乃至五千平方米所要煉瓦石の重  
量は千乃至千二百噸にして一分時間に一立方米の風を熱するには加熱面積

## 二立方米を要す

熱風は間斷なく熔鑛爐に送入すべきもの故に普通熔鑛爐一基につき少く  
も熱風爐三基を要し一爐に瓦斯を通じ加熱する場合には二爐には送風して  
加熱し斷えず相互交代せしめ三爐は豫備とす

鐵管式熱風爐にて風を熱し得る度は其加熱面の大小により差異あれども  
效率は〇・五を超ゆるもの稀にして約三百五十度より五百度の間にあり五百  
度を超るときは鐵管久しきに耐へざる恐れあり石造熱風爐にありては效率  
大にして風を熱し得ること八百度若くは其以上に達するものあり

熱風爐にて亢熱せられたる風は内部を耐火煉瓦にて造り外表は不導熱の  
物質を以て被覆し冷却を防げる鐵製の管を以て熔鑛爐に達せしむ而して管  
には收縮伸長を豫防すべき装置を要す其装置には自在管曲折管等を用うる  
も特に三百度以上の高熱を帶ぶる風を通ずるものには皿を二枚合せたる如  
きものを用う

熔鑛爐まで導かれたる管は爐の周圍を繞らせる管に接合し其管より更に



勾管第十六圖のAを以て羽口に及達せしむ而して勾管を下降して羽口に達せしむるは鑛滓の導風管に進入せざるため又羽口を稍上に向けるは瓦斯の侵入及び爆發性の混和物を組織せざらしむる爲なり

噴氣口とは導風管の終端にして羽口に插入せる部分を云ひ其位置は豫め固定すべきものなれども操業中に容易に其方向を變更するを得る如くし冷風を以て操業するものは噴氣口と導風管を接続するに皮製の管を用ゐる熱風を以てするものは屈折自在の球管を用う又勾管を上下左右に移置するを得る爲には螺桿の設けあり推進後退せしむるには齒輪装置を以てす

勾管の一端には覗孔ありて硝子又は雲母を嵌めたる蓋を以て蔽ひ爐内を覗ふに供し且つ羽口の掃除に充つ又風を止むるには板瓣又は自動瓣を以てし同時に爐内の瓦斯の脱出を遮斷す

羽口は金屬を以て造り熔鑛爐の壁間に嵌入固定せしめ噴氣口を插入し風を爐内に送入する如くす而して羽口は恰も鈍頭圓錐形を爲し冷風を以て操業するものには一重の鐵又は銅板を以て造りたるものあれども熱風操業の

ものには二重の鐵、銅、青銅又は其他の金屬製の管を以てし其内空には水を流通せしむ是を通例水羽口と云ふ第二十二圖の如し

骸炭熔鑛爐用水羽口には一時間に一五立方米木炭熔鑛爐には〇七立方メートルの水を供要する如く計算す又羽口の内側と噴氣口との間を密接せしむるには粘土の環を以てするものあれども鑄鐵製にして外面は削平せる入れ子を用うるを好便なりとす

羽口は熔鑛爐の大小により地平よりの高さに高低あれども必ず一平面に配置し其數も亦爐の大小により差異あるも爐の周圍に規則正しく分配し唯爐の前面の一方を除く

熔鑛爐内に送入せる風は羽口の前にて骸炭と會し一酸化炭素に燃燒す然るに酸素が高熱せる炭素と觸接するに方り火熱愈高ければ一酸化炭素の外に炭酸を生じ一酸化炭素を減却す但し炭酸は再び高熱せる炭素に觸れ直に一酸化炭素を組織するものとす

或一定期限内に於て燃燒する炭素の量は送入せる風量に依りて増減あり



風量は爐の製出量と比例し送入せる風の壓度及び熱度愈高ければ燃燒愈速かなり而して燃燒を完全ならしむるは風中の酸素をして恰も爐軸(爐の中心焦點なり)に及達せしむるにあり之に要する風の壓度よりて高低あれば同量の製出物に對して燃料の加減を要すべし故に僅量の燃料を消費して是に俱ふべき風壓を以て製出物を増加せんとすれば從て羽口の總截面積を擴大ならしむるを要す乃ち羽口の數を増加するなり

## 第十二章 鑛石及び媒熔劑の準備

鑛石并に媒熔劑を鑛爐に投入する前には豫め適當なる準備作業を爲ざる可らず特に媒熔劑は熔鑛上に重大なる關係を及ぼすものとす鑛石に關する準備作業とは撰鑛、焙燒及び曝潰にして鑛石を適當の塊大に碎き焙燒に附して鑛石を鬆粗にし且つ有害なる物質を驅逐するなり

撰鑛とは鑛中の含鐵部と然らざるものとを撰分するにありて重もに大塊を碎きて小塊となし同時に鑛皮及び不純物質を除去するなり而して撰鑛に

は手工と機械的撰鑛あり然るに撰鑛は往時熔鑛爐大ならず不純物質の除去困難なりし時代には行れたるも當時は殆んど其要なしとす

鑛石の焙燒は鑛爐の作業上の便宜を得る爲に化學的及び理學的の變性を促すにありて水分並に其他の瓦斯を驅除し鑛中に夾雜する硫化物の硫黃分を排除し又鑛質を鬆粗に爲して還元の便に供し亞酸化物を酸化物と爲すの類にして現時に於ては菱鐵鑛は必ず焙燒に附し其含有する炭酸分を驅除し木炭熔鑛爐の作業に用うる磁鐵鑛も亦焙燒するもの、外には至つて稀なり其他は殆んど焙燒せずして直に鑛爐に投入す

鑛石の曝潰とは永く鑛石を大氣中に曝し雨露にあて、崩壞せしめて鬆粗にし且つ含有の硫黃分を流去せしむるにあり曝潰も亦當時は殆んど施行するものなし

鐵鑛と其鑛皮の割合のみにて別に媒熔劑を用ゐず銑鐵の熔製に適する鐵鑛は實に稀にして全く是なしと云ふも可なり又各種の鐵鑛を配合(混鑛)して適當の割合を得んとするものあれども多くは特に媒熔劑を以て必適の配合



を爲すものとす是を配鑛と云ひ配鑛量と之に要する燃料を全裝爐量とし鑛爐に裝入する一回の量を裝爐量とす

鑛石に對する燃料の比例が普通作業の割合より高きものを輕裝爐とし其反對のものを重裝爐とす鑛石を全く省きたるときは空裝爐なり混鑛配鑛并に裝爐量は豫め試験せる成績及び分析の結果により施行すべきものにして適度の配鑛を爲すには其配合割合をして銑鐵の熔解と等しき熱度中にて熔解流動すべき鑛滓を組織するに適する如く爲すを要す

鑛滓に或る一定の熔解熱度を得せしむる目的の爲に鑛皮の性分と共に配鑛中の鐵分と鑛皮の比例を注意するを要し其割合よりして一定質の銑鐵を製出するに必要な燃料の消費若くは同一量の燃料を消費して製出物を増加すること等の加減を爲し得るものとす但し鑛滓の量と銑鐵との比は五に於ける一を超えざるべし然らざれば經濟上燃料の消費過多となるを以てなり故に平均の割合は〇、八五乃至一、七に於けるを程度とす又鑛滓の比重は二、五乃至三にして銑鐵は七なり是を容積に換算すれば銑鐵よりも大なること

正に二乃至四倍となる

鐵鑛中に必ず混和夾雜するものは硅酸礬土石灰にして此物質により適度の熔解點を有する鑛滓を組成せしむべきなり然れども常に適當なる分量を含有するものは極めて稀なる故に茲に媒熔劑を配合する必要を生ず

鑛滓は熔鑛爐作業に於て至大の關係を有するものなることは已述の如し而して其性分は製出すべき銑鐵の種類に依りて差異あるも今鑛滓量が一定の場合に於て硅素に和合せる酸素(硅酸を組成するもの)をSとし鹽基に結び附けるものをBとするときS/Bの割合は甚だ必要なりとす鹽基は石灰CaO苦土MgO礬土Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>一酸化滿侖MnO<sub>2</sub>なり硅酸率度を $\frac{S}{B} = 1$ とす然るときは

一 硅酸鑛滓は  $(2\dot{H}_2O, SiO_2)$  若くは  $2\dot{H}_2O, 3SiO_2$  硅酸中の酸素は鹽基中の酸素に等し乃ち  $S=B, \frac{S}{B}=1$

二 硅酸鑛滓は  $(\dot{H}_2SiO_3, \dot{H}_2O, 3SiO_2)$  硅酸中の酸素は鹽基中の酸素の二倍に等し乃ち  $S=2B, \frac{S}{B}=2$

三 硅酸鑛滓は  $(2\dot{H}_2O, 3SiO_2, 2\dot{H}_2O, 9SiO_2)$  硅酸中の酸素は鹽基中の酸素



の三倍に等し乃ち  $\frac{2}{3}Fe, \frac{1}{3}C$

鐵鑛中の鐵分以外の物質燃料の灰及び媒熔劑は鑛滓の熔解點に作用を及ぼすものにして礬土分の多寡は石灰分の多寡よりも其作用餘程急速なり苦土分も亦熔解熱の高低を速にし一酸化滿俺、一酸化鐵、アルカリは其現在する量は僅少なるも熔解熱を低下せしむ鐵は還元せざる場合には鑛滓中に混入す而して多量の鐵分が鑛滓中に存在する時は常に鑛爐作業の順調ならざるを示すものなり

裝鑛量中の含有鐵量に對し鑛滓の量少なきに失するときは鐵が完全なる還元を爲す前に熔解する爲に熱を吸収すること甚しく且つ一酸化鐵含有の鑛滓を組成す此場合には鑛滓の量を増加する爲に鑛爐より出でたる鑛滓を再び用うることあり

鑛滓の熔解熱の變化は主として硅酸及び礬土の含有量に對し石灰及び苦土含有量の割合に過不足ある場合にして硅素含有の度を變せしめずして熔解點を低下せしむるには一酸化滿俺若くはアルカリを加ふべし但し一酸

化滿俺鑛中に含有する滿俺を利用するなり

鑛滓の熔解點は銑鐵が炭素を含有すべき度に大なる關係あるものなり鼠銑には容易に熔解せざる鑛滓白銑には熔解容易なる鑛滓を要す此理屈よりして滿俺に富める鑛石よりは白銑を得易く滿俺に乏しきものは鼠銑製造に適す故に豫め鑛石の成分を詳かにして一種類の銑鐵を製出するは經濟上最も利益なりとす

### 第十三章 鑛爐の作業并に鑛爐内に起る變化

熔鑛爐の築造を終りたるときは先づ直に作業を開始せず風乾し緩徐に乾燥すること爐の保存上極めて必要なるが故に湯溜壁の外に火床を設けて焚火し湯溜の下より熱を帯びたる瓦斯を爐内に導き湯溜及びアサガホ部の壁が煖氣を感じるに至る迄是を續ぐ此場合には熔鑛爐は煙突と同一の作用を爲し濕分は蒸氣となりて放開せる爐頂より放散す乾燥は約二週間續行して後羽口を嵌め湯溜壁を塞ぎ爐頂の鐘狀蓋を取付け爐頂より爐の全高の約三



分一まで骸炭を装入す

斯の如くして送風を始め骸炭燃焼し骸炭中に含有する硅酸物は熔解して鑛滓と爲るべきにつき是に石灰石を投加す發生せる鑛爐瓦斯は是を汽罐及び熱風爐に引致す骸炭装入の次には鐵滓を装入し互違ひに施行すること數日間の後少量の鑛石を投加し漸を以て普通の裝爐量に達せしむ斯くて約三四週の後には作業的に操業を續行するを得るに至る

爐内の装入物は逐次下降す今其深さを測る爲に漏斗に設けある小孔より鐵錐を挿入し下降の深さを檢し既定の深さに達すれば已定量の骸炭を漏斗に盛り鐘狀蓋を卸して爐内に落下し空虚部に平等一様に散布せしめ更に深さを測り既定の深さに達せば同一の方法を以て鑛石媒熔劑を装入す而して此作業は其後間斷なく繰返さるゝものとす

小形の木炭熔鑛爐にありては鑛塊の大小不同あるときは其小なるものを可成的爐壁の方に装入する如くす元來鑛爐内を立騰る瓦斯は爐壁に沿ひ急速に且つ餘分に昇騰するものなれば其速度を妨げ爐の全斷面に亘り略ぼ均

等ならしむる爲に鑛石は爐壁に沿ひ燃料は中央に装入せらるゝ様に爲す可とす但し大形の骸炭熔鑛爐に於ても理屈は同一なり

固體物質は初め熱せられて稍膨大となりて其容積を増すべく下降するに従ひ或は摩擦の爲又は鬆粗になりたる塊は壓潰されて其積を減じ銑鐵に化し鑛滓流動體となる爲に更に其積を減じ最後には燃料の炭素が瓦斯に化成する爲に一層其積を減ずるものとす

裝鑛の割合加減は適當なるにも拘らず過失を惹起すことあり多くは爐に装入せる装入物が中途に懸りて滞留し又は裝鑛の順序を誤りたる時にあり其外原料の粗悪假令ば容易に摩擦する骸炭熔解せずして下落せる鐵鑛の爲又は築爐上の過失若くは裝鑛の配合を誤りたるときなり

羽口より爐頂に至る間に於ける装入物は種々なる化學的作用竝に進化を起すものにして爐の高さに隨ひ變化するものなり而して是を四層に別つ乃ち第二十三圖に於ける

一 豫熱層のり 爐頂より投入せる鑛石媒熔劑及び燃料は落下するに隨



ひ其混和せる水分并に炭酸等は昇騰する鑛爐瓦斯の熱の爲に蒸發せらる

二 還元層 $h$ 。約四百度に豫熱せられたる鐵鑛は帶熱せる鑛爐瓦斯の作用により變性を始む此層に於ける鑛爐瓦斯は主として一酸化炭素瓦斯及び窒素より成る但し窒素は鑛石の變性には何等作用を爲さず斯くて漸次亢熱する熱度の爲に今は全然二三酸化鐵 $Fe_2O_3$ の形狀を爲せる鑛石は其酸素を鑛爐瓦斯の爲に褫奪せられ鐵に還元す而して其酸素褫奪は鑛石が約八百度に熱せらるゝも尙ほ熔解せざる情態の場合に完全に行はれ既に熔解し且つ鑛滓を以て包まれたる鑛石は熾熱せる骸炭に依りてのみ其酸素を褫奪するを得るものとす此還元層に於て一酸化炭素瓦斯は鑛石の酸素を吸收して炭酸に化す然るに偶組織せる炭酸は骸炭の爲に其酸素の一部を奪收せられて再び一酸化炭素に復歸す乃ち $CO_2 + C = 2CO$ と爲る

三 加炭層 $c d$ 。猶ほ第二の化學的反應起り熱せられたる一酸化炭素の二分子は酸素含有の鐵と接觸して一分子の炭酸と恰も細塵狀を爲せる一分子の炭素に分解し其炭素は還元せる鑛石に附着し還元鐵は烈しく其炭素を

吸收し茲に合金物を組織す

四 熔解層 $d e$ 。斯て此合金物は熔解すべき状態にあり是に要する熱度は此層に於て骸炭の急速燃焼を以て充分なりとす而して送入空氣は二一%の酸素を包含するが故に骸炭を燃焼して直に一酸化炭素を組成し無害たらしむるにあらざれば鐵は酸化して一酸化鐵となり鐵滓に混合す

一酸化炭素の急遽なる組成は熱度を高むることに頗る有效なり又高熱せる骸炭は酸素含有の物質に還元作用を爲すものなり滿俺は鐵よりは急速に酸素を吸收し且つ保持することも亦永し是に類似の性質を有するものは硅素及び磷にして唯白熱せる炭素によりてのみ還元するものとす

羽口の前まで落下し來れる鐵炭素合金物及び鑛滓を組成する物質は熔解して何れも湯溜に溜集す而して鑛滓の層が鑛滓羽口の高に達せる時其羽口を開き鑛滓は斷えず放流せしめ銑鐵は豫定の出銑量に達するまで湯溜に保留す但し銑鐵及び鑛滓は何れも其熔解點以上に過熱し容易に流出せしむる如くなし置くを要す

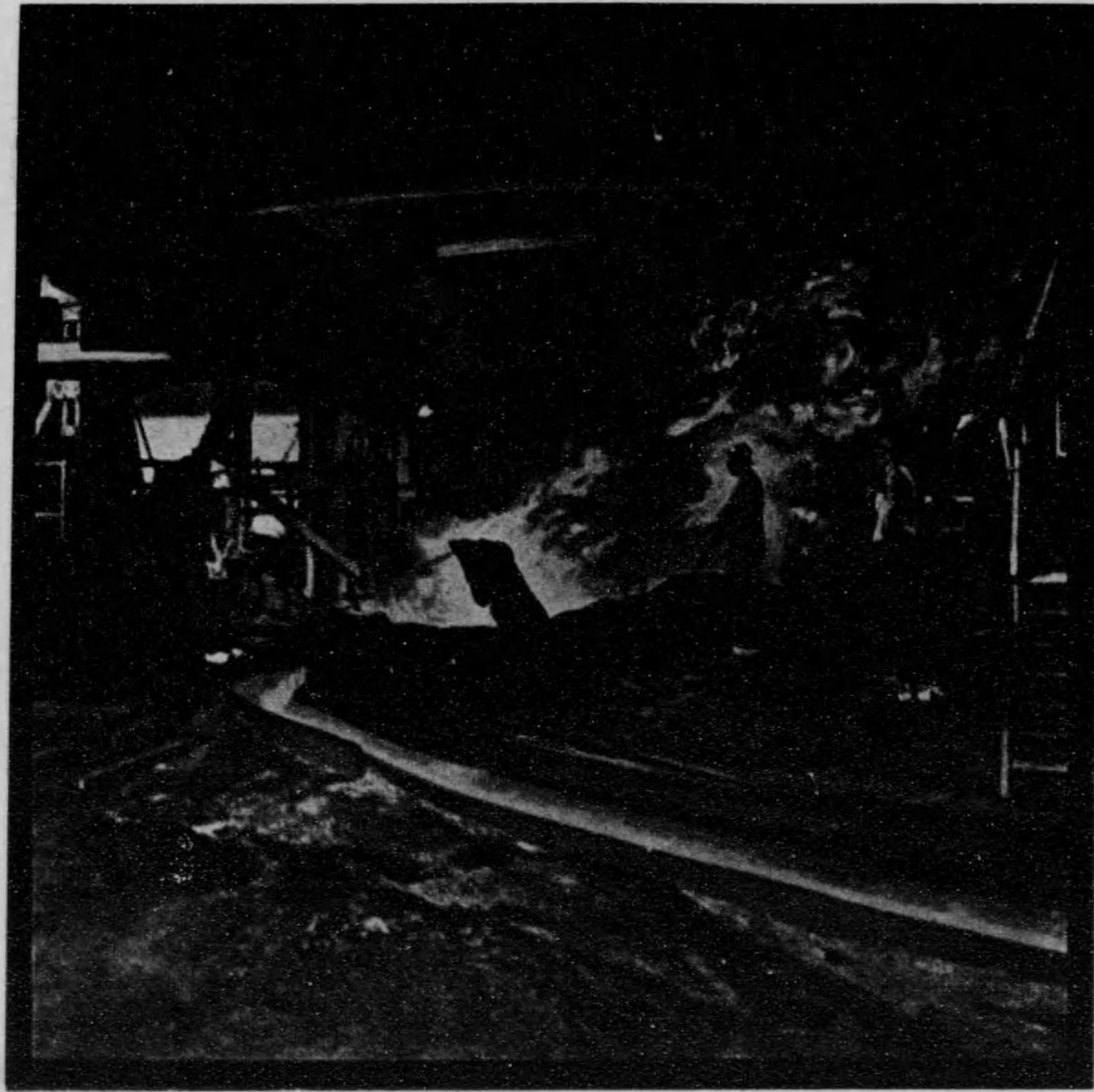


爐の底部に於ける熱度高ければ高きほど鐵が炭素を吸収すること益昌なり其炭素は冷却せる後黒鉛となり分離す(鼠銑)之に反して熱度低き時は容易に抱合炭素として存在す(白銑)但し共に還元せる他の元素の爲に往其成立を變せらるゝことあり譬へば滿俺は鐵に最高の炭素含有を促がすものなれども常に抱合炭素として存在せしめ硅素は黒鉛として分離せしむる類なり鑛中に含有する滿俺は其性質上酸化物となり鑛滓の熔解流動を良好ならしめ又還元せるものは銑鐵に炭素の吸収力を増し白銑の組成を促がし其含有量増加すれば鏡鐵と爲り更に増加し滿俺鐵と爲る

硅酸は硅素に還元し特に爐底の熱度高きときは銑鐵に合金する量愈多量なり適度の鑛滓の割合よりも多量の硅酸の現存する場合には硅素の還元殊更に容易なり故に硅石質の鐵鑛並に硅酸に富める鑛滓は就中硅素を多く含有する銑鐵を製造するに適す

硫黄は硅酸含有の度低く石灰分の含有に富める鑛滓又は多量の滿俺を含有する鑛滓の存在する場合には鑛滓に混入すること多く銑鐵中に含有するこ





熔鑄鐵爐出銑の景況  
赤火に映せられた噴氣の管の一部にして  
水如の流るゝもの、熔解銑鐵な



と微量なり

燐は各種の銑鐵を製するに必要な高熱度中及び現存する硅酸の作用する場合には悉く銑鐵中に吸収せらる

媒熔劑も亦鑛石と同じく先づ含蓄水分を飛散し然る後炭酸を分離するものにて其全く分離驅除せられざる間は酸化鐵の還元を妨ぐるものなり而して混鑛配鑛其宜しきを得たるときは媒熔劑は鑛皮と抱合して鐵分の還元するときには流動鑛滓を生ずべきも鐵の還元は鑛滓の熔解する前に完終せざるべからず然らざれば全鐵分未だ全く還元せざる前に流動鑛滓を組成するときは鐵の幾分は一酸化鐵となり鑛滓に混入す是を疎成進化と云ふ其原因は重もに爐が冷却するか又は鑛石熔化せずして降下せるときにありて銑鐵は流動不完全にして暗色若くは黒色の鑛滓を生じ爐底には軟鐵固着し羽口は明暗常無し之を回復するには裝爐の割合を變ずるか又は他の冷却作用を絶つにあり

還元の終結と鑛滓熔解の開始と同時に起る進化を熟成進化と云ひ銑鐵は



良く流動し鑛滓は淡色にして且つ純良なり而して各種の銑鐵は熟成進化の如何によりて製出するを得べく其進化の如何は唯鑛滓の熔解點と爐の熱度相適合し且つ之に要する燃料の量の充分なる時にあり

鑛爐に於て鼠銑を製しつゝあるもの白銑を製造せんと爲す場合には自然一應は疎成進化を經由せざる可らざるも速に裝鑛の割合を變更して熟成進化を採る如くするを要す

熟成進化に要するよりは尙ほ多量の燃料を要するときは過熟進化を起すものにて白銑製造の際に生じたる此現象は鼠銑の組成を以て知るべく又鼠銑製造の場合に於ては産出銑鐵が硅素及び黒鉛に富有なるのみならず鑛滓は大に過熱せられ羽口より赫灼たる火光を認む是を變更挽回するには裝鑛の割合を變更するにあり

鑛爐に供用し得べき燃料は爐に累積する裝入物の重大なる壓迫に堪るものたらざるべからず木炭は其質硬からざる爲に鑛爐の高さに自ら制限あり骸炭は最も堅硬なるを以て必適の燃料なりとす

鑛爐は羽口より上に至るに隨ひて漸を以て擴開し瓦斯の昇騰及び鑛石の降下する速度を遅緩にし従て諸作用をして完全ならしむ然るに爐頂に至れば再び狹窄し瓦斯の速度を減じ其抱蓄する熱を可及的裝入物に吸收せしむる機會を與ふ但し瓦斯に富める裝入物を用うる鑛爐は爐頂を擴くし乾燥せる鑛石焙焼せる菱鐵鑛燒きたる石灰を裝入するものにありては之を狭くす又鑛滓の熔解容易なれば従つて爐底を擴大ならしむべく鼠銑製造の鑛爐の爐底は白銑のものに比すれば概して狹小なり

#### 第十四章 熔鑛爐の製出物

熔鑛爐の製出物は銑鐵鑛滓及び鑛爐瓦斯なり銑鐵及び鑛滓は羽口の下湯溜に溜聚し其比重の割合によりて分離し銑鐵は爐底に沈み鑛滓は其上に浮漂す而して鑛滓は斷えず放流せしむるものあり又は羽口の平面近くまで溜りたる時流出せしむるものあり

銑鐵は一定の量が湯溜に集れるとき出銑口を穿開して是を流出せしめ豫



め爐前の砂中に設けたる鑄型に鑄入するか又は砂上に凹形の窪を設けて流し込み冷却せる後銑を以て碎くものあり又は鑄鍋に移注して鑄入機に鑄込むものあり當時は製鋼爐と連絡せる所にては是を混銑爐に移注す其距離數哩に達するものあり

毎日數百噸以上の鋼鐵を製出する製鐵所にては熔鑛爐數基を有し全然同一の装入を爲し同一質の銑鐵を製出せんとするも爐毎に製出銑鐵の性質に多少の異同なき能はず故に製鋼作業をして同一歩調を採らしめんとするには鐵の等質を要するもの故に各熔鑛爐の出銑を一器に收容し同時に硫黃を脱せしむる爲に混銑爐に共同移注するなり

混銑爐の構造種々あり第二十四圖に示すものも亦其一にして約二百五十噸の銑鐵を收容す爐は銅板の外套より爲りたる境界より下は鹽基性夫より以上は酸性爐材を以て築造し其厚約四百耗とす鹽基性煉瓦は焙燒せる苦灰石と爹兒と混したるものを以て製し外套と煉瓦積の間には五乃至十厘厚の耐火材料を以て充し爐は堅鐵製ローラー上に安置し水壓唧筒Pを

以て傾注する装置を爲す

煖熱せる混銑爐の $d_1$ なる蓋戸を開き熔鑛爐より送り來れる熔解銑鐵を $e$ より注入し更に是を傾斜し $d_2$ 口より鑄鍋に移注し製鋼爐に送り二十四時間内に内容を全く新しくせしむ斯の如く多量の熔解銑鐵を收容し置くときは數日間流動體として存在せしむることを得

混銑爐内に於ける銑鐵は其含蓄する滿俺と硫黃と和合して硫化滿俺を組成して鑛滓に混入し綠色の鑛滓を組成す此化學的作用を爲さしむるには滿俺の含有量一、八乃至二%を含有せしむるを要す又作業をして間斷なからしめんとするには混銑爐二基を要するものとす

爐内の銑鐵を検するには新しき破面を以てするも往々誤なきにあらざるを以て一々分析に附すべきなり

各種の銑鐵製造に就き次に略述すべし

一 鼠銑 鼠銑を製造するには多量の骸炭を要す但し硅酸は炭素の直接作用によりてのみ硅素に還元するものなる上に鼠銑は約千二百度にて始め



て熔解す装鑛には多量の滿俺を含有せしむべからず且つ還元容易なるを要す一千盪の製出銑鐵につき骸炭の消費は一千五十乃至一千百五十盪なるを以て一噸の骸炭を以て約二噸半の鑛石を熔解する割合となる熱風の度は九百乃至千度熔解は餘り急遽ならざるを要す然らざれば硅酸の還元不充分なり鑛滓は一硅酸鑛滓を組成する如く配合し鑛滓中の硅酸含有量は普通の一硅酸鑛滓よりも少しく低きを要す而して其鑛滓の成分は硅酸三〇—三五% 石灰四〇—四五% 苦土一—二% 硫化石灰四—五% 礬土一〇—一五% 一酸化鐵一—一五% の間にありて鹽基は五〇—五五% に相當す

木炭鼠銑製造の場合には熱風度約三百五十乃至四百度千盪の製出銑鐵に對し木炭九百五十盪を消費し鑛滓の成分は一と二硅酸鑛滓の間にあり

二 白銑 装爐量は完全なる一硅酸鑛滓を組成する如く配合するを要し熔鑛爐内の熱度は餘り高きを望まず寧ろ其熱度の騰ることを妨ぐる爲に骸炭の割合に餘分の鑛石譬へば千盪の骸炭に二千八百盪の鑛石を装入し一千盪の白銑に對し九百乃至九百五十盪の骸炭を要す鑛石中の滿俺含有量は銑

鐵の含有すべき量よりは二分一位は多きにあらざれば硅酸の還元すること多き恐れあり磷は熟成進化の場合には全部鐵に和合す而して鑛滓の成分は硅酸三〇—四〇% 石灰三六—四〇% 苦土二—五% 一酸化滿俺二—七% 硫化石灰二—五% 礬土五—一二% 一酸化鐵一—二% の間にありて鹽基は五五—六〇%

木炭白銑は一千盪を製出するに木炭八百盪と計算し熱風の度は三百五十度位なり

三 鏡鐵 滿俺は一酸化炭素瓦斯により還元すること僅にして白熱せる骸炭によりてのみ其酸素を褫奪するを得故に鏡鐵製造には多量の骸炭を要す譬へば焙焼せる菱鐵鑛二千三百盪に少量の滿俺鑛を加へたるものに千百盪の骸炭を消費し千盪の鏡鐵(一〇—一二% の滿俺)を製す送風の熱度は通例八百乃至九百五十度鏡鐵製造に用うる鐵鑛は磷分微量にして滿俺の含有に富める焙焼菱鐵鑛赤鐵鑛滿俺鑛等の如き容易に還元するものたるべし然らざれば炭素の含有を過量ならしむ鐵滓は鹽基性にして一硅酸鐵滓に近きも



のたるべし<sup>B</sup>  $\text{SiO}_2$ — $0.8$ — $0.9$  鐵滓の成分は硅酸三〇—三五% 石灰三五—四二% 苦土六—八% 一酸化滿俺二—一〇% 硫化石灰四—五% 礬土八—一〇% 一酸化鐵一%の間にありて鹽基の含有量五五—六〇%

四 滿俺鐵 を製するには總て滿俺鐵を用ふ滿俺の一部は鐵滓に混入し一部は揮發して鑛爐瓦斯に混じ滿俺氣の爲に褐色を呈す七〇乃至八〇%の滿俺鐵千盃を製するには千九百乃至二千盃の骸炭を消費す過量の骸炭を要することは滿俺の還元し難きこと滿俺鐵の炭素含有量多きこと并に熔解に高熱度を要することを以て證するに足るべし鑛爐瓦斯の包含する熱度を低下する爲に爐頂の附近まで爐壁に水函を嵌入するものあり熱度低減に有効なるは媒熔劑を他の銑鐵製造に於けるが如く石灰石の儘用ふるにあり而して鑛爐瓦斯は約六百度の高熱を帯びて爐より逸出する故に過熱せらるゝ、こゝと多く爲に還元層は甚しく爐頂に接近し鐵滓は強き鹽基性にして其硅酸率度は $\text{SiO}_2$ — $0.5$ — $0.7$  鐵滓の成分は硅酸二三—二七% 石灰四〇—四五% 苦土一—二% 一酸化滿俺五—一五% 硫化石灰四—五% 礬土一〇—一五% 一酸化鐵

一%の間にありて鹽基分は六三%

鑛滓 前に述べたるが如く爐より流出せしめ或は鐵滓車にて遠く運び去り又は水中に導きて浮石状と爲す而して冷却せる熟成鐵滓は其色鼠青色又綠色を帯ぶるものあり疎成鐵滓は一酸化鐵の爲に黑色を呈す鐵滓は其比重二、五乃至三にして銑鐵に比すれば少くも二倍以上の容積を要す往時は鐵滓の應用局限せられ僅に鑄流して煉瓦石の如くし墻壁又は基礎等に用ゐる又は道路の砂利代用たるに過ぎざりしが何れの製鐵所も其尨大なる鐵滓には廣大なる地積と是を運び去るにも少なからざる費用を要し仕末に困れるものなりし故に其利用に關しては種々試験研究を加へ當時は鐵滓煉瓦石及び鑛滓セメントの製造甚だ盛んなるに至れり

熔解流動する鐵滓を急に水中に冷却するときは鐵滓中の硅酸中には鹽基と和合せず遊離するものあり其遊離硅酸は鹽基と和合せんとするものにて是を利用して煉瓦石を製するなり鐵滓が濕へる情態にある間に一〇%の燒石灰を混和して煉瓦石に造り是を約六週間大氣中に曝し置くときは石の如



く硬くなり其耐壓は一平方糎につき百三十斤に達し五倍の安全を取るも尙ほ十五斤に堪ふ

急に水中に冷却したる鑛滓を以て鑛滓セメントを製す而して細かに碎かれたる鑛滓の平均成分は石灰五〇—五五% 礬土一二—二〇% 苦土一—五% 硫化石灰〇.五—一% 硅酸二七—三二% 是に少しく濕ほしたる焼石灰二〇—二五% を混じて良く交合せし其鑛滓セメントの成分は石灰五〇—五二% 礬土一二—一五% 苦土二% 硅酸二三—二四% の間にあり

ポトランドセメントも亦鑛滓を以て製するを得べく流動鑛滓を水蒸氣又は風にて吹くときは石綿の代用品とし保温若くは耐火材料たるべき鑛滓綿を製すべし

鑛爐瓦斯 三四百度の熱を帯び水柱五乃至十糎の壓度を以て放出す但し時により六百度に過熱せらる、ことあり其平均成分は一酸化炭素二〇—三〇% 炭酸六—一二% 窒素六〇% 水素二% メタン一% 水分六% なり一斤の装入炭素よりは四、五立方分の瓦斯を發生し一立方分の重量は一、三斤燃焼す

るときは七百乃至千カロリ平均八百五十カロリを發生し一立方分の瓦斯中には四〇瓦までの鑛爐塵を混するものなり是を製出銑鐵の量により換算するに一噸の銑鐵を製するには平均四千五百立方分の瓦斯を發生し其三〇乃至四〇% を熱風爐に用ゐる熔鑛爐の汽罐は一噸の銑鐵につき七乃至九斤の汽壓を有する蒸氣六〇斤を發生せしむる爲に要する瓦斯量は三五乃至四〇% 裝爐の際の損失は約一二% 差引尙ほ一噸の銑鐵につき約一千立方分の瓦斯を剩す其剩餘瓦斯を瓦斯發動機に應用するときは平均十馬力を得べきに對し是を汽罐に用ゐる蒸氣と爲すときは僅に三馬力に過ぎず但し一時馬力を發生せしむるには三、四乃至三、八立方分の瓦斯を要す

瓦斯發動機に用うる鑛爐瓦斯は瓦斯中に夾雜する鑛爐塵埃を出來得る限り注意して除去せざるべからず而して是を驅除するには瓦斯をして除塵機を通過せる後鋸屑を以て充せる函に導くか骸炭又は鑛滓綿の層に下より瓦斯を昇騰せしめ上より水を灌ぐか又は無數の小孔を穿てる板を多數組合せたるものを通ずるかにあり當時函の代りにベンチレーターを用ゐる頗る效あ



りと云ふ斯く除塵せられたる瓦斯は一立方米に僅に〇、〇一瓦の塵を含むに過ぎず

### 第十五章 熔鑛爐の故障并に吹留め

小形木炭熔鑛爐の作業は最も周到なる注意を以て爲ざるべからず鑛石及び媒熔劑の配合は極めて綿密にし聊かの不同も作業の故障を喚起し且つ疎成進化を惹起するものなり鑛石の片落も疎成進化の一原因にして鑛滓の外観を以て是を識るを得べし乃ち淡綠色たるべき鑛滓は含鐵分多くなりたる爲に黒色を呈し銑鐵は良く流動せずして濃厚となり出銑の場合に烈しく火花を散し羽口の前には凝固せる鐵附着するを以て直に之を取除かざれば爐を冷却せしむる恐れあり鑛爐内は帶黃赤色となる

熔鑛爐の作業統計によれば大形骸炭熔鑛爐にては疎成進化は甚だ稀なり此場合に於ては鑛滓は黒色を呈し熱風爐より飛散する鑛爐瓦斯は黄色を帯び且つ其量多からず鑛爐の熱度減却せるときは裝炭量は其儘にし裝鑛の量

を減すべし然るに其反應の現る、は約二十四時間の後にあるを以て夫までは高熱せる風を以て彌縫すべく送風の量を減じて熔解進化を遅くすべし石油(又はナフサ)を羽口に噴込むときは熱風の爲に鑛爐内に持行かれ強大なる發熱を以て燃焼すべく甚だ有效なりと云ふ

最も危険なるは懸滯にて爲に裝爐を休止するに至ることあり懸滯はアサガホの内部に一の天井を組成し其下は絶えず熔解減少する爲に益々大なる空虚部を生ず今送風を急に停むるときは其天井を墜落せしむることあるも爲に激烈なる爆發を起し大損害を生ずことあり而して懸滯の原因は多く爐内の狭窄骸炭の粗悪及び濕りて泥狀を爲せる鑛石等に基因す

流動銑鐵は往々湯溜又は爐底の一部を破りて自ら漏出口を造り漏出し其激流の爲に附近にあるものを破壊することあり其孔口は耐火粘土又はタールを混和したる粘土を以て閉塞するものとす

同盟罷工、戦争等の如き非常事變の勃發せる場合には熔鑛爐の作業を停止せざるべからず此場合には銑鐵を流出せしめ鑛爐は骸炭及び少量の石灰を



以て充たし總ての孔穴を密閉するときは約半年間は冷却することなく熱を保たしむることを得べし

久しく作業せる爲に最早使用に堪へず根本的に大修理を加へんとするときは吹留めを爲すものにして鑛石及び骸炭を裝爐する代りに塊狀を爲せる鑛爐鑛滓を装入し羽口より覗視し更に熔解せる物體を認めざるに至れば噴氣管羽口アサガホ部の冷却水函等を取除き湯溜を取毀つと同時にアサガホ部も崩壊し鑛爐の内部に堆積せるものを除去するなり

## 第十六章 電氣熔鑛爐

電流の發熱を以て鐵鑛より直接に銑鐵を製出せんとすることは數年前迄は試験に止まりしに當時は既に作業的に實施せらるゝに至れり殊に瑞典及び加利福尼亞に於ては電氣熔鑛爐を長時日間間斷なく作業を繼續し工業上使用に堪ふべき銑鐵を製し就中瑞典は良鑛と發電に供用すべき水力に豊富にして一層實地上應用の便ありて發達亦急速なり

第二十五圖は電氣熔鑛爐にして瑞典に於て良好なる成績を得たるものなり而して此爐は二の主部より爲り一は實際の熔解室 $a$ にして二はシャフトなり爐蓋の迫持を貫きて炭棒 $b$ を挿入し熔解室は是を普通の熔鑛爐に比すれば頗る擴大しシャフトの徑よりは遙に大なり其迫持の上にシャフトを接合し其形狀は普通の熔鑛爐と同一なり而してシャフトは裝入物を豫熱し燒失を防ぎ且つ瓦斯收容に充て鑛石灰石及び炭は良く閉塞し得べき漏斗 $d$ より裝入す燃燒の爲に發生する瓦斯は爐頂より脱出せしめ其一部分は冷却して後更に爐底に送入す而して上述せる爐にして瑞典國トロールヘッタンにあるものは高一三七米シャフトの徑三二米熔解室の徑五、六米にして二十四時間の出銑高は約二十三噸銑鐵一噸に付平均千七百三十六キロワット時木炭の消費は三百三十六噸



## 第三編 鍊鐵及び鋼鐵製造

## 第十七章 鍊鐵及び鋼鐵の分類并に其性質

總論に於て陳べたる如く往時は鐵と鋼の區別至つて簡短明瞭なりしに鐵冶金術の進歩するに従ひ益々錯雜して其類別を判明ならしむること甚だ困難を加へ諸製鐵國に於ても頻りに考究しつゝ、あれども未だ一定するに至らずして大要既述せる如く分類せり

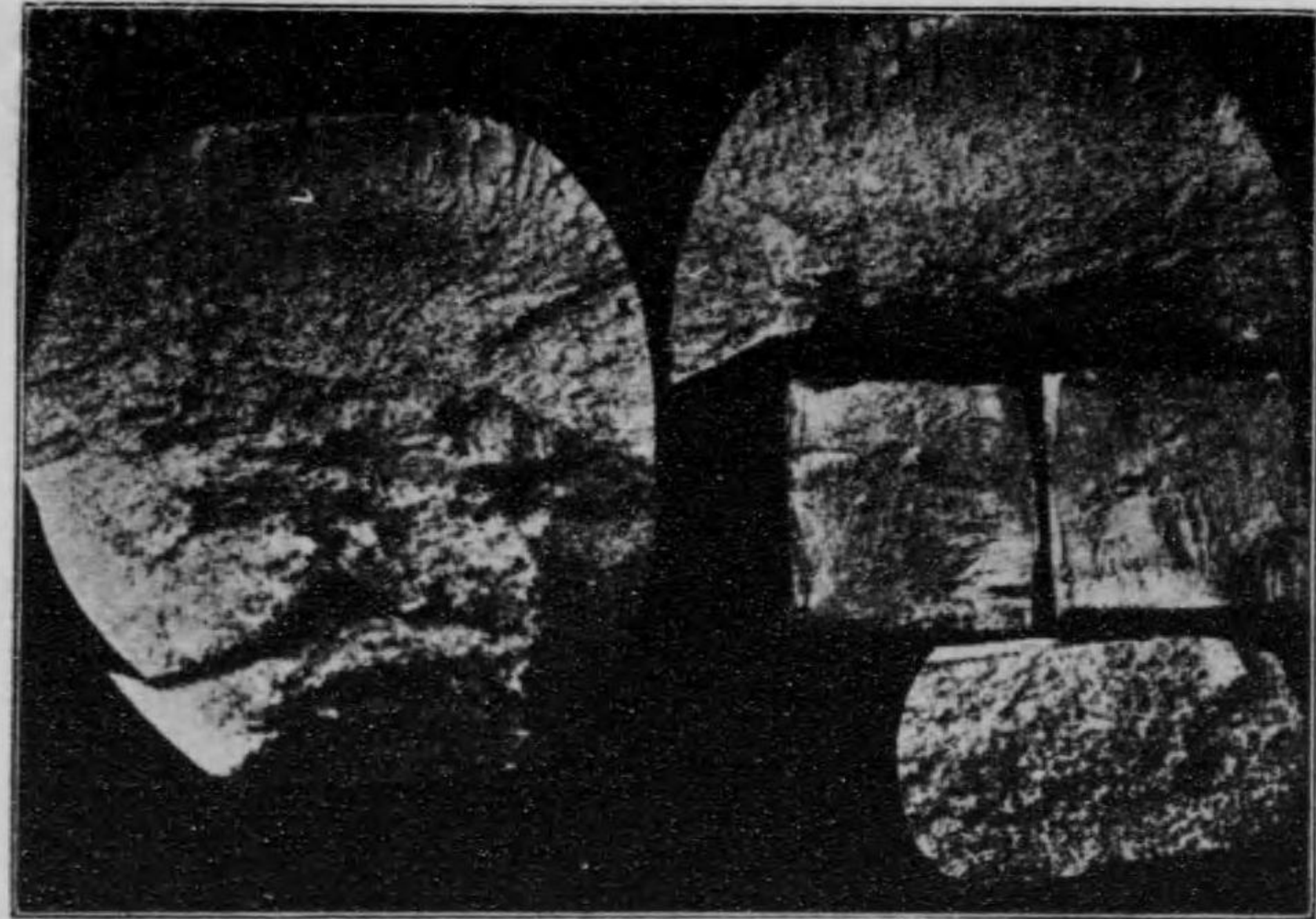
鍊鐵は多く白銑を溶解し是に化學的作用を爲さしめ其炭素并に不純物質を驅除し半熔解の状態となりたるものに機械的壓迫を加へ鐵粒をして互に壓着せしめたるものなり故に鐵滓を夾雜す而して約〇、四%以下の炭素を含むものは柔軟にして良く鍛接し破面は纖維狀を爲し恰も竹身を折りたる如き情態を呈し約〇、五%以上を含むものは破面粒狀若くは結晶狀を爲し是を赤熱して急に冷却するときは著しく硬度を加ふ鐵滓含有の量は製作粗なる



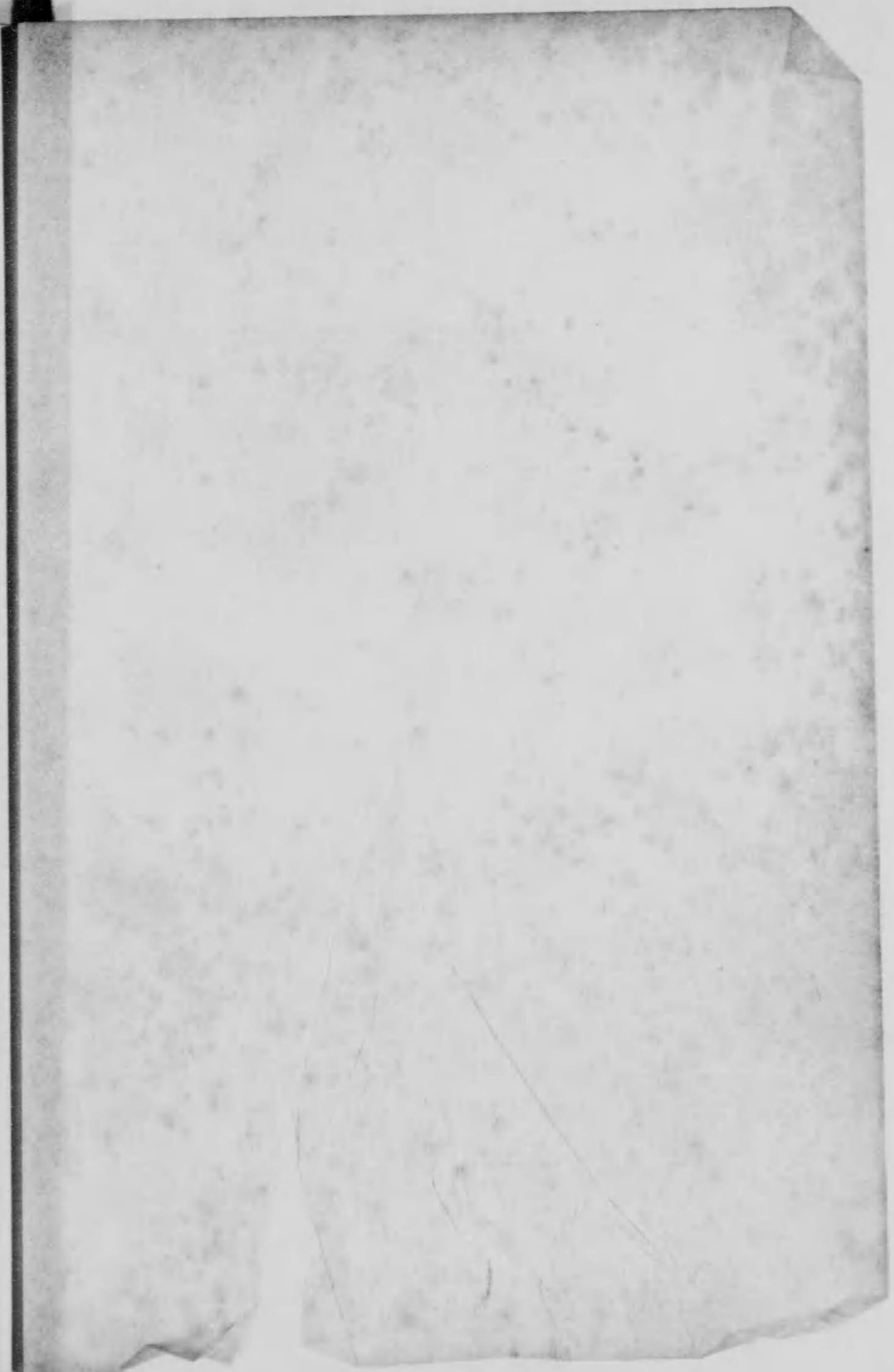
面破の鐵鋼び及鐵鍊



鍊  
鐵



鋼  
鐵





ものは二乃至四%に達するも加工を丁寧に爲すときは〇、四%以上を含むものは稀れなりとす

鋼鐵は熔解情態となし製せるものにして鐵滓を夾雜せず良し含むものありとするも極めて微量なり破面は總て粒状にして炭素の含有量凡そ〇、四%以上のものは他の元素を適量よりも多く含まざる場合に於ても健滓して著しく硬度を増すことを得るものとす

鍊鐵の製造は熔解して製鐵する方法の發明せられざりし以前は總て此方法により製造せられたるものにして中には歴史以前より連綿として今猶ほ存在するものあり而して其製造方法は

- 一 鑛石より直接に鐵を製するもの
- 二 銑鐵を熔解し酸化作用を加へ含有物を驅除精鍊せるもの
  - 甲 木炭を以て燃料と爲し精鍊せるもの
  - 乙 火焰瓦斯を以て精鍊せるもの

第一は所謂歴史以前よりの製鐵法にして今猶ほ未開の地に現存するもの



あり鑛石より銑鐵を製し之を精鍊して鍊鐵と爲すに至りし當時は専ら木炭精鍊を以てし今尙ほ各國に存在す然るに鐵の需用は益増加し木炭は欠乏すること、なりたる際石炭を燃料と爲すことを發見せる以降は火焰瓦斯を以て製鍊を施し熔製法の發見せられざりし以前は唯一の多量製作法として隆盛を極めたり

鋼鐵を熔製することは坩堝熔鋼を以て最も古しとするも多量製作にては吹製精鍊を以て創めとす而して其製造法は

- 一 坩堝を用ゐる熔解するもの
- 二 熔解銑鐵に通風し不純物質を驅除精鍊するもの
  - 甲 ベセマー式酸性法
  - 乙 トーマス式鹽基性法
- 三 火焰瓦斯を以て熔解精鍊するもの
  - 甲 酸性法マルチン式酸性法
  - 乙 同鹽基性法

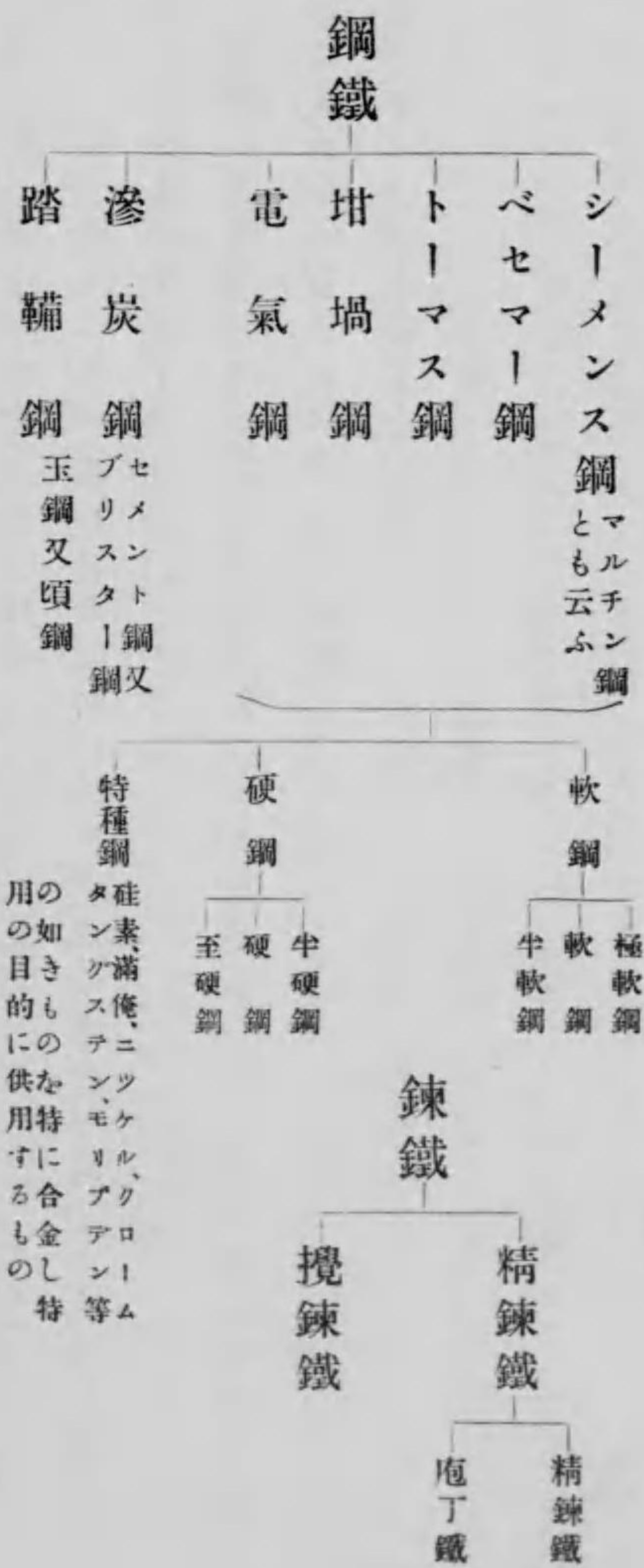
#### 四 電氣の發熱を應用するもの

- 甲 弧光によるもの
- 乙 誘導によるもの

以上記述せるもの、外に普通可鍛鑄造と稱し酸化物と共に熔熱して炭素を驅除し軟化せしむる脫炭法及び炭素の微量を含む鐵を炭素に富有なるものと共に熱し鐵中の炭素を増し硬化せしむる滲炭法あり而して此滲炭法は最も古く曾て鍊鐵のみを製したる時期に於て硬質の鋼を製出せんとせし場合には此方法に依れり

鍊鐵及び鋼鐵を其製造法及び性質により分類すること左の如し而して其製造法及び性質を明にするには譬へば硬質のシーメンス鋼と云ふ代りにシーメンス硬鋼と稱するが如し





鋼鐵の破面の肌理、可鍛性、鍛接性、抗力性、靱性及び軟性に及ぼす化學的成分の作用に關し、其主要なる點を左に略述すべし

**炭素** 炭素は可鍛鐵の性質に重要な作用を爲すものなり而して決して黒鉛の状態にて存在せず必ず硬化性炭素又はカルバイト炭素として含有し稀れにテムパー炭素として存在することあり〇、〇四%の炭素と共に至つて

微量の矽素、滿俺、燐、硫黃等を含むものは其質極めて柔軟にして亦可鍛性に富み加熱すれば容易に鍛着し且つ所望の形狀に鍛造せしむ純粹なる鐵は熔解點甚だ高く至極柔軟にして抗力性微弱其破面の肌理は粗粒を呈す而して炭素の増加と共に抗力も亦増加し肌理は細粒と爲り炭素の含有量一、二%位に達すれば靱性可鍛性及び鍛接性は甚だしく減却す

炭素は其含有量に應じて鐵に固有硬度を與へ熱せる鐵片を急に冷却するときはカルバイト炭素の組成を妨げ硬化性炭素と爲し鐵をして玻璃的硬度を有せしむ是を七百度以上に熱し徐ろに冷却すれば硬化性炭素はカルバイト炭素に復し靱軟ならしむ是を反焔と云ふ鐵の可硬性は炭素の含有量約〇、五%以上より始めて顯著となり炭素の増加するに従ひ可硬性を増大ならしむるものなり

**矽素** 鐵の抗力性を高くするも可鍛鐵中に含有する矽素の量は〇、五%を超えるものは甚だ稀なり但し特に炭素に富まざる鐵中の矽素は可鍛性及び鍛接性を減却せしむるものにて良好なる軟鐵には矽素の含有量約〇、〇二%を



普通とす

磷 磷に富める鐵は冷脆性を有し其肌理甚だ粗粒なり其形は扁平なる粒状を爲し色は帶青白色なるを以て含磷に乏しき細粒の鐵とは識別甚だ容易なり磷は鐵を脆くし其作用は炭素の増加と伴ひ〇、一%を超るときは抗力性を減ず

硫黃 を含有すること〇、一%なるときは赤熱脆性を呈するも鐵中の滿俺は其作用を輕減す而して可鍛性及び鍛接性は硫黃含有の爲に著しく減せられざるも抗力性及び靱性は爲に減す

滿俺 は鐵の硬度及び抗力性を増すも爲に靱性可鍛性及び鍛接性を減少せしむ

ニツケル は一六%までは鐵の可鍛性に作用すること著しからず靱性を比較的削減せずして牽引抗力を一平方呎につき百二十斤に達せしむ而してニツケル鋼は其肌理極細粒にして天鷲絨に似て至つて緻密なり良く衝擊に耐へ裝甲板、砲筒、軸、繼目なし管等に用う

クローム は抗力性を高むるも可鍛性及び鍛接性を減却し一%以上を含有するものは鍛接容易ならず肌理は細粒状なり

タンゲステン の作用はクロームに似たるも激烈ならず當時流行の高速度鋼の主要合金物にしてマグネツト鋼にも必ず是を含有せしむ水鉛の作用亦甚だ酷似す但し水鉛はタンゲステンの約半量にて同一の効果あるが如し

礬素 〇、二%の礬素を含有するものは鍛接性を減じ可鍛性は二乃至三%にて始めて微少なる削減を見る

銅 〇、四%までは可鍛性及び靱性に影響を及ぼさず

酸素 一酸化鐵の姿にて約〇、五%を熔製鋼中に存在するときには赤熱脆性を呈す故に滿俺鐵、硅素鐵、礬素の如き酸素と容易に和合するものを以て酸化物を組成し驅除すると同時に鐵をして還元せしむるの方法を採る

砒素 アンチモニー 錫も亦頗る不利なる作用を鐵質上に及ぼすものなるを以て可及的其含有を避けざる可らず

可鍛鐵質上に及ぼす他物質の作用は前述の如く極めて複雑なるが故に數



物質共存する場合に於ては果して何れの作用に基因するかを確むることは實に困難なりとす

**機械的加工** 乃ち鍛錬壓延推壓及び挫造の加工は鋼鐵をして緻實に且つ細粒状ならしむ元來鋼鐵は其弾性界を超えるにあらざれば所要の形狀に變形せしめず然るに加工すれば弾性界と抗力性相接近して抗力性と脆弱性を増し韌性を減するものなり譬へば鋼板を推壓にて穿孔するに其穿孔せる部分の周圍は甚だしく硬く且つ脆く往々罅裂を生ずるを以て是を鋸削するか切去るか若くは軟過するを要するは明に機械的加工の爲に變質せるを證す故に鍛製品其他の加工品にして全部の性質等齊ならざるものは再び加熱して緩徐に冷却し其緊張を弛め抗力性并に韌性を復舊せしめざるべからず就中顯著なるものは鑄造せる儘のものにして其不均等なる冷却の爲に生ずる各部の硬軟不同を等齊ならしむるには長時間軟過を加ふるを要す又鋼鐵は其固有する弾性界を超えざる以上は間斷なき震動を受るも變質するものにあらず

## 第十八章 鍊鐵製造

十八世期の終り頃まで製造せられたる鐵は悉く鍊鐵なり然るに十九世期の半ば頃以後は熔製鐵の爲に壓迫せられて日に月に其產出額を減じ當今に至れば或特種の製品譬へば鍛接製の製管材坩堝鋼の原料の如きものを製作するに過ぎず而して鍊鐵製造の事蹟を見るに其時世により是を三大期に別つを得べし乃ち第一期は直接に鐵鑛より鍊鐵を製出し第二期には木炭を用ゐて銑鐵より製し第三期に至れば石炭を燃料として銑鐵より精鍊せるものはなり

### 第一 直接製鐵法

鐵鑛より直接に鍊鐵を製作せるは最舊式にして歴史以前より連綿として今尙ほ文明の及ばざる國に存在するものあり而して其精鍊に供用する爐に二種あり炎土製鐵法高爐製鐵法とす此兩式の撰擇は鐵鑛の性質送風装置并に習慣による而して容易に熔解還元する鐵鑛を用ゐ且つ送風の装置を有す



るものは炎土製鐵法を撰み鐵鑛が容易に熔解せず従つて高熱度を要するものには高爐製鐵法を採りたるものなり燃料には何れも木炭を用ゆ

一 炎土製鐵 木炭を散亂させずして可及的一所に堆積せしむる爲に土手を築き燃焼發熱せしむるには輔を以てす木炭の間に鐵鑛を装入するときは一部分は熔解還元して鐵と爲る其不完全なる場合には更に熔解し鑛滓と混和せる鐵塊を曳出し鍛鍊加工するなり

二 高爐製鐵 高爐の高さは輕うじて一米(新式は六米に及ぶものあり)圓錐形にして上下何れにか擴がれり先づ爐の或る高まで木炭を入れて點火し鐵鑛を装入し木炭を加へ鐵鑛を投入し製出すべき鐵塊に相當すべき鑛量を装入し終れば鑛石の装入を停止し熔製せる鐵塊は爐頂又は爐の下部に設けたる孔より抽出す

此高爐式は各國に傳播し廣く用ゐられたるものにて現時諸方に其遺蹟を掘出せるものあり而して以上の爐式により製出せるものは何れも鍊鐵の粗塊なりとす

我製鐵史上最も重要且つ往古我邦に於て需用せる鋼鐵の全部を供給せるものは踏鞴製鐵法にして今猶ほ中國地方に散在し我邦唯一の製鐵法たりしなり其歴史を案するに何れの時世に創始せられたるや更に明かならざるも創始者は現に出雲國能義郡に祭られある金屋子の神なりと云ふ一説に我邦に於て鐵鑛より製鐵せしは天智天皇の治世なりとあり或は其時代の人なりしならん乎而して踏鞴製鐵法は前述せる製鐵法とは全然趣を異にし直接に鋼塊を製出するものと銑鐵のものとなり左に其作業の概要を述べし

踏鞴製鐵爐は第二十六及び二十七圖の如く現に伯耆出雲石見備後地方に存在し今尙ほ鋼又は銑鐵を製出す此爐を築造するには桁行約六丈梁行約五丈四尺高さ三丈六尺の家を構造し其家の中央に火爐深一丈乃至一丈二三尺長さ一丈二尺乃至一丈八尺幅凡そ五尺餘の穴を掘り其四側及び底は石を壘み之を本床と云ひ其内に木炭を充塞し又薪炭を投じて焚くこと凡そ五十日間(薪量二萬貫目炭量一萬五千貫目其燃え盡るに際し之を小丸太方言シナイを以て打碎き詰め込み又槓薪約二千貫を入れ概ね地平に平均するを度とし



其上に粘土を以て高約三尺縦九尺幅三尺餘の長方形なる爐を築き横面兩側に各十八乃至二十の炎土穴ホトと稱するものを穿ち徑凡そ二寸乃至二寸五分長さ一尺五寸乃至三尺許にして外表面は紙を貼りたるキロ竹と稱する竹の送風管を嵌入し爐に直接する部分約六寸乃至八寸許の所は鑄鐵製の鐵キロと唱ふるものを嵌め爐中に送風する如く送風機は爐の兩側にある踏輪乃ち俗に天秤と稱するものにて兩々相對し各二人にて交る／＼絶えず之を踏み聚風部を経て竹管を通し爐中に送風する装置なり斯くて熔解設備終るや先づ横木三百貫目許を爐中に投じて焚燃し之を碎きて細炭と爲し又雜木五百貫目餘を焚きて爐を乾燥し第二日目の早朝に炭三百貫目許を投入し踏輪の運轉を始め炭火熾なるに従ひ約一時間後砂鐵を投ず中國筋にては砂鐵に剛柔の數種ありアコメ、マサと云ふ先づ初めには柔性のものを投じ少しく熔解するを認めたるとき漸次剛性のものを投ずるを例とす是を籠り砂鐵と云ひ凡そ四十分時毎に砂鐵と木炭とを交代に裝爐し六七時間を経て練り砂鐵と稱するものを投じ二日目に至り下り砂鐵を裝し操業すること二晝夜其間に

銑鐵は流出せしめ鋼塊は爐内にありて漸次膨大となり操業満日乃ち三晝夜にして爐を毀ち鋼塊を冷却し碎きて塊片となす其量約千五六百貫目なり而して其爐内にある儘にて冷却せるものを火鋼又は千草鋼チグサと云ひ赤熱せる塊を爐より曳出し水中に投じて冷却せるものを水鋼又は出羽鋼シュウと云ふ是を碎きて適宜の塊と爲し大なるものを頃鋼ウラ小なるを造り子鋼と云ふ粗惡なるものは鉾鐵ホと云ひ銑鐵と共に割鐵後に出づに製煉の原料と爲す  
三晝夜の操業を一代ヒトヨと云ひ一回の砂鐵及び木炭の裝量并に一代の裝入量は

一回の裝炭量 凡そ二十四貫目  
同 砂鐵量 凡そ二十三貫目  
一代につき總量

木炭 凡そ四千貫

砂鐵 凡そ三千三百六十貫目

製出物 凡そ千〇六十五貫目  
鋼鐵三百貫目 銑鐵三百貫目 銑鐵四百六十五貫目



装入砂鐵に對する歩留り約三割一分裝爐鑛石平均六五%の鐵分を含有するものと假定すれば歩留り五割弱にして五割強は鑛滓に混入するものとす  
近年に至り水力を以て送風するに至り爐熱高く歩留り稍良好なれども爲に燐の還元を促がし製出物の含燐分稍多きが如し

## 第二 炎土精鍊製鐵法

炎土精鍊は銑鐵より鍊鐵を製する方法なり而して銑鐵の性質其他地方の關係により多少異なる所あり澳國式獨乙式ワルロン式ランカッシャ式等の如し何れも燃料には木炭を用ゐる銑鐵熔けて滴狀を爲し風口に於て炭素硅素等は焼却す而して之を反覆繰返す時は混和物質の焼却愈完全なり而して炎土精鍊の鐵は他の鍊鐵に比すれば柔軟にして良く展伸す故に往時は鉄力鐵線、蹄鐵等に好んで用ゐたるものなり

第二十八圖は炎土の一種にして丈夫なる鑄鐵飯を以て圍ひaは羽口にしては精鍊床なり床底は鑄鐵製の飯を以てし床下には通水冷却する装置を設く炎土の大きさは通例長十乃至九十糧幅七十乃至八十糧深さ二十乃至五十

糧位とし風は水柱二十五乃至三十糧風の熱度は百乃至二百度羽口の徑は三十乃至四十糧其傾度は操業の如何により五乃至十二度の間にあり

精鍊作業を分つて急成及び緩成の二とす急成は熔解銑鐵の沸騰を急速にし頓に結合すべき鐵片となり鐵滓は鐵分に富む緩成は之に反して熔解銑鐵容易に熟化せず又沸騰せず且つ鐵片と爲りて結合せず鐵滓の鐵分を含有すること僅量なり而して柔軟なる鍊鐵を製するには急成進化に依り硬性のもの乃ち粗鋼には緩成進化を適せりとす

精鍊法中ランカッシャ式は概して僅量の木炭を用ゐる純良なる鍊鐵を製出す左に作業の順序を略記すべし

ランカッシャ式精鍊には豫め銑鐵を加熱すべき豫熱爐を要し羽口には水羽口を用ゐる熱風を以て作業し銑鐵は半性銑を以て最も適せりとす

精鍊作業を分つて三期とす乃ち銑鐵の熔解期實際の精鍊期并に粗鐵製造期なり先床飯上に鐵滓の塊を入れ其上に熔解鐵滓を熔着す作業を連續する場合には粗鐵塊を取出したる後爐の側面に附着する鐵滓を炎土の中央に積



み送風し木炭を入れ其上に豫熱せる銑鐵を置き又木炭を加へて作業を始めたる後多少の富鐵々滓を追加す而して作業は銑鐵の性質精練の容易なると然らざるものにより加減するを要す

銑鐵熔解し了らば鐵滓及び鐵の附着せるものを掃除し表面に浮漂する鐵滓の一部分を除去し必要な場合には新に熟成鐵滓を加ふ鐵は炭素焼却の爲に漸次流動性を失ひて凝固し捏ね得べき姿と爲り之を捏反して羽口の先端を掃除し捏反せるもの、下部に風の達する如くす此際流動鐵滓の一部分は爐床上に残存し再び熔化せる鐵滓の爲に其量を増加す斯くて風前に第二回の熔解を爲せる鐵は良く熟成して床上に達するも流動性減却の爲に僅に擴がるのみにして羽口前に皿狀若くは鉢の如き形を爲す而して風の爲に酸化し易きものなれば熟成せる分は可及的解體して他の鐵分よりも上部に持ち運び炭を以て被ふ其次に熔解せる鐵も同一の形狀を爲すを以て前同様に取扱ふなり

捏反は數回反覆し鐵滓中に大なる白色の滴粒を認むるまでは斷えず繼續

し通例半時間稀に四十五分間を要す而して鐵は鬆粗なる塊となりて凝集し鐵滓は爐床上に流動す斯くて床に附着せる鐵粒及び滓分を去り鐵塊は鐵鋸を以て押し付け羽口の前に置き強熱を加へ粗鐵の熔解を急促す而して其終了に當り鐵滓を除去し最後に鐵滓を追加し鐵鉤を以て攪拌し風を止めて粗鐵を捏反して塊と爲す其塊は爐より抽出して鈍擊又は推壓して滓分を搾去し數片に分割して更に鍛接爐にて加熱し壓延加工するものとす

#### 左下鐵割鐵精練

我邦固有の鍊鐵製造法にして現に今尙ほ中國地方に存し作業を爲しつ、あり左に略述すべし

爐方言火窪<sup>ホッポ</sup>は橢圓形にして長三尺幅一尺五寸深さ一尺七寸許内側は粘土を以て塗り立てたるものニ<sup>ッ</sup>所を設け各爐側に輔を備へ風口の土管に接合し其一爐方言左下場<sup>サダバ</sup>に白銑踏輔爐より出てたるもの五十貫目を堆積し小木炭(枝炭)を以て被ひ點火し送風するときは火度漸く高まりて銑鐵は稍、熔流せんとするを度とし輔を停め其銑鐵を曳出し鈍を以て碎き九塊となす是を左



下鐵と云ひ一日の操業に充つ

左下鐵一塊を鋸鐵一塊量約二貫目と共に土管の風口に積み小木炭を以て被ひ送風し火勢熾んなるに随ひ兩種の原料漸次熔着して塊を爲すものを抽出し平坦なる鑄鐵砧方言アテ鐵の上にて鈍鍊すること至つて急速なり但し鐵塊に附着する鐵滓を搾り去る爲なり鈍の頭端は特に良く透徹せしむる爲に殊更に小にす斯くて鍛鍊せるものを兩斷し是を闊切と云ふ再び爐に投じて強く熱し鍊鐵床方言カナの上にて鈍鍊し再び二分す是を二番切と云ふ更に是を鍛へ坦に爲るを待つて鑿を以て其中央に縦線を劃し冷却せざる間に水を注ぎて鍛へ鐵皮を驅除して表面に美なる酸化層を組成せしめて後冷却し縦に兩斷す之を割鐵又は庖丁鐵と云ひ一本の量凡そ八百目

### 第三 攪鍊製鐵法

攪鍊法は石炭を用ゐて銑鐵を熔解し鍊鐵に化せしむる法なり而して銑鐵は此方法に依るときは燃料と直觸せしむべからざるを以て火網若くは瓦斯火法を以てし燃料と熔解床とを分離す而して燃料と接觸せしむるときは硫

黄等の不純物質の爲に鐵質を粗惡ならしむる恐れあり今日尙ほ諸方に於て使用せらるゝ爐の構造は第三十九及び三十圖の如くにして焚火室 $a$ 精鍊床 $b$ 及び煙路 $c$ の三要部より爲る焚火室は石炭なれば普通の火網褐炭なれば階狀火網を用う $f$ は裝炭口なり焚火室と精鍊床との間に火橋 $d$ あり爐床は鑄鐵板の上において板下は空氣にて冷却し板上には約百二十耗の厚さの鹽基性爐材を以て覆ひ爐床の容積は二百二十乃至二百五十珎として計畫す隔橋 $e$ を以て爐床と煙路とを分界し爐床の前面には火橋の方に開き得べき裝入口 $g$ を設け裝入口には $h$ なる操業口を設け以て爐内を攪拌すべき勺桿を挿入し床の全面に加工するを得る如くす爐の後壁火橋及び隔橋は水を以て冷却す爐蓋は爐の後壁の方に傾斜し火焰をして爐の前部を通せしむると同時に $h$ より衝入する冷氣をして直に烟路に誘致せしむ燃燒物は多くは汽罐に導くべき設備を爲す

作業を開始するには先づ爐床板の上に粘土を塗り其上に碎きたる酸化鐵に富める鐵滓を敷き加熱して溶化せしめ鐵桿を以て良く坦らし其上に鍛肌



又は壓延の際に生じたる鐵皮を装入して二三酸化鐵を飽含し熔解し難き爐底を構成せしむ斯く加熱せる後床上及び床側に鹽基性の物質を分配し窪形の爐床を構成するなり

爐床の構成了れば裝入口より碎きたる白銑の塊と少量の鼠銑を装入し各二個の鐵塊を互に建懸け熔解を急速に爲さしむるに便ならしむ細粒狀鍊鐵の製造に供する裝入物の平均性分は炭素二・五—三% 硅素〇・五—一% 滿俺一—一・五% 磷一% 以下而して鍊鋼を製するには急速なる脱炭を避る爲に多量の滿俺を含有するを要す媒熔劑としては鍛肌を加ふること裝入量の二〇乃至四〇% 銑鐵の熔解に三十乃至四十五分を要し其間は操業口なども密閉し冷氣の侵入を防ぎ熔解せる銑鐵上には燃燒瓦斯と共に進入する空氣の爲に酸化作用を起し硅素は硅酸滿俺は一酸化滿俺となり發熱の爲に高熱し熔解物の熱度を増し容易に熔解流動する硅酸鐵滓を組成し鐵も亦多少酸化して一酸化鐵となり硅酸鐵を組成す其硅酸鐵は鐵皮(四三酸化鐵)を熔かし酸化鐵に富める鐵滓を生じ鐵中に含有する炭素に作用して一酸化炭素となし脱

炭せしむ而して炭素と鐵滓の接觸を新にし且つ完全ならしむる爲に操業口より勾鐸を挿入して爐内を攪拌するときは一酸化炭素瓦斯の組成を促がし熔解物は激烈なる沸騰を起し鐵滓の一部は操業口より漏出するに至るものなり磷は磷酸と爲りて鐵滓に混入し硫黃も亦酸化し亞硫酸となりて飛散す斯の如くにして鐵中の炭素の燃燒減却するに従ひ鐵は次第に其熔解點高くなりて終には攪鍊爐にて發生する熱度にては熔解情態を保たしむる能はざるに至る銀色の光輝を發する鍊鐵の小粒片は表面に浮漂し相集合して恰も花椰菜に似たる形に結合し爐内全部に充滿すべし是を鐵棒にて捏起し屢轉置し遂に三乃至五塊に分割して壓着し是を火橋近くに積み高熱を加へ可及的鐵滓を除き抽出して瀛錠を以て夾錯する鐵滓を搾去す而して一作業に約一時間乃至二時間を要し鐵の消失は一〇乃至一五% 二十四時間に十二乃至十四回を操業し一千斤の銑鐵に八百乃至九百斤の石炭を要す

前述せる攪鍊爐の餘熱は汽罐の加熱に應用せらるゝのみなる故に其餘熱を以て作業を迅速にし且つ製出額の増加を期する爲に殊更に原料の豫熱爐



を附するものあり又は一對の爐床を設け一爐床の作業終れば他の爐床に豫め装入しある原料を直に加工し得べき旋回式の爐あり

## 第十九章 鋼鐵製造

鋼鐵は熔解情態と爲し製せるものにして鐵滓は其比重輕き故に熔解鐵と分離し鐵中に夾錯せず破面の肌理は鐵滓の爲に害せられずして等齊に組織せられ炭素に富めるものは極細粒にして鼠色の天鷲絨に似たる色澤を呈す鋼鐵の可硬性は炭素の含有量〇、四%以上より顯著と爲り含有量の増加するに隨ひ益其性を加ふ

總て熔解して製せる鐵は瓦斯(水素等)を吸収し永く靜置するか又は凝固する際に多少放散するを得べきも往々空窩と爲りて鐵中に存し不全部を組成すること第三十一及び三十二圖に示すもの、如し

熔解鐵の凝固する場合に於ける鑄引け乃ち收縮は約二%なり其收縮の爲に空窩を組成し第三十三圖に示す如きものを生ず熔解鐵の有害なる性質は

折出して全部等齊なる成分を有せず一部分に鬆粗なる組織を形成し爲に材質を損すること往々是あり今腐蝕法を以て檢すれば良く其析出せる部分を現出せしむるを得るものなり又概して熔製せる鋼鐵は鍊製せるものより其抗力性大なり

當時繁用せらる、鋼鐵の熔製法は一坩堝鑄鋼法二吹製精鍊製鋼法三平爐製鋼法四電氣製鋼法とす

### 第一 坩堝鑄鋼法

熔解製鋼の最も古き方法は可鍛鐵を坩堝に装入して再熔に附するにあり千七百三十年英國の時計師ハンツマン氏の發見に係るものなり元來鐵は炭素の減量するに従ひ其熔解點は益高くなり殊に坩堝を以て熔解するには一層高熱度を要するものとす然るに坩堝熔鋼の他に秀でたる所は有害なる作用を爲すべき火焰と直接に觸れず従つて瓦斯を吸収せざるにあり故に其純良にして他の製鋼法の遠く及ざる性質の爲に其價高きも今猶ほ好んで使用せらる、なり坩堝熔鋼には坩堝及び熔鋼爐を要す



## 坩 埚

熔鋼に用うる坩埚は黒鉛及び粘土坩埚の二種あり而して坩埚は高熱度千六百度以上)に耐へ其形を損せず且つ火焰の作用に堪ふるものなるを要す黒鉛坩埚を以て鋼鐵を熔解するときは熔解物は全く靜穩なるも粘土坩埚を以てするときは不靜穩にして且つ鑄造せる後膨脹する傾向あり

黒鉛坩埚に用ゐる黒鉛の性分は炭素分七〇—八五% 硅酸一〇—二〇% 礬土〇・五—六% 酸化鐵〇・五—一% 水分一—二% 又粘土は礬土三〇—四〇% 硅酸四五—五五% 酸化鐵〇・四—〇・八% 石灰土〇・五—一% 苦土〇・一—〇・四% アルカリ一—三% 水分一〇—一五% とす此黒鉛及び粘土を一定せる割合を以て良く混和し焼粘土又は使用せる坩埚の皮を剥ぎ鐵分を含有せざる古坩埚粉を加ふ其配合割合は大體三〇—五〇%の生粘土二〇—七〇%の黒鉛及び一〇—二〇%の焼粘土とす此配合物を以て坩埚を製するには多く壓搾機を以てし出來上りたるものは初めに風乾し漸次煖室に移し置くこと四五週間なり坩埚は二三回以上の熔解に耐ふるものも多くは一回用うるのみ是れ

坩埚破損の爲に高價なる内容を失ふの恐れあるを以てなり普通熔鋼に用うる坩埚の性分は黒鉛四五—五二% 礬土一〇—一六% 硅酸三二—三八% 酸化鐵一—二% 石灰土及び苦土〇・二—一% 粒狀の砂一〇—一二%

## 熔 鋼 爐

燃料の種類により坩埚熔鋼爐を骸炭及び瓦斯熔鋼爐とす而して骸炭熔鋼爐は最舊式なるも今猶ほ英國に於ては盛んに使用せられつ、あり但し英國には是に適當なる骸炭を廉價に得らるゝによるならん爐の構造は高爐に屬して四邊は耐火煉瓦にて積み其一邊に風を送入し且つ灰分を取去る爲に灰落しあり其反對の一邊に烟道に通ずる孔を穿ち烟突に接続せしむ爐頂は坩埚の裝爐抽出に差支へなき面積の裝入口を設く坩埚は火網上に置ける坩埚臺に据ゑ燃料は裝入口より投加す一爐に裝入する坩埚數は普通八個以内其他骸炭熔鋼爐は種々考案せられたるものあるも燃料の關係上多くは小規模にして少量の鋼鐵を熔製するに供す

シーメンス瓦斯火法の發見せられし後は數十個の坩埚を一爐に裝入し多



量の鋼鐵を同時に熔解し燃料には石炭を用ゐる骸炭に比すれば頗る節約することを得、坩堝亦燃料及び灰分に直接せざるを以て装爐に便なり

瓦斯熔鋼爐には地上式地下式の二様あり地上式は坩堝を装入抽出するに側面に設けたる装入口よりし地下式にありては爐蓋を取除く如くす爐の兩側下には貯熱室あり而して空氣用のものは瓦斯用のものよりも少しく大なる如く設計すべし但し瓦斯は常に一〇乃至二〇%の過剩空氣を以て燃焼せしむべきを以てなり貯熱室内には硅石煉瓦を以て格子形に堆積し二十四時間内に瓦斯となすべき石炭一噸につき二乃至三立方米の容積を要す而して瓦斯及び空氣貯熱室より立昇れる瓦斯及び空氣は茲に點火して熔解室に入り更に他の貯熱室に入りて熱を分與し煙突より飛散す斯くの如くにして或る時間を以て瓦斯及び空氣の方向を變換せしむるときは熔解室の熱度益、高まること地上式并に地下式ともに同一なり但し地下式は一爐に装入する坩堝の數は十七八個を限りと爲すも地上式は百個にも及ぶことを得第三十四圖に示すものは地下式の一例にして $G_1$ は空氣用貯熱室  $G_2$ は瓦斯用貯熱室  $a_1 a_2$

は吹出口  $b$  は坩堝  $c$  は爐蓋なり

坩堝熔鋼の作業順序は坩堝には豫め製出すべき鋼鐵に適する如く配合せる原料を装入し豫熱爐にて加熱せるものを熔鋼爐に移置し高熱中に置くこと三乃至四時間にして熔解を了るべし而して熔解を三期に分ち第一期は熔解期と云ひ装入原料熔解し高熱せらるゝに従ひ甚しく沸騰を起す是を第二期の沸騰期と云ひ酸化炭素を發生す此瓦斯は鐵中の炭素と装入物に含蓄する酸化物との間に作用を爲すに基因す其期を過れば第三期の靜止期にして熔解物は全く熟熱し瓦斯を發生せず靜止して熔鋼面は恰も鏡の如し今此各期を検するには坩堝の蓋を開きて鐵鏟を熔鋼中に衝入するときは熔鋼未だ充分に流動せざる時には凹凸甚だしく平滑ならざる鋼鐵附着し流動充分なるも未だ過熱せられざる時は鋼鐵平滑に附着すべく過熱せるときは鋼分附着せず單に鐵滓のみ而して附着する鐵滓も亦熔解状態を判別することを得るものにして其色黒きときは未熟にして化學的作用を終らず全く完熟せるときは淡褐色を呈す



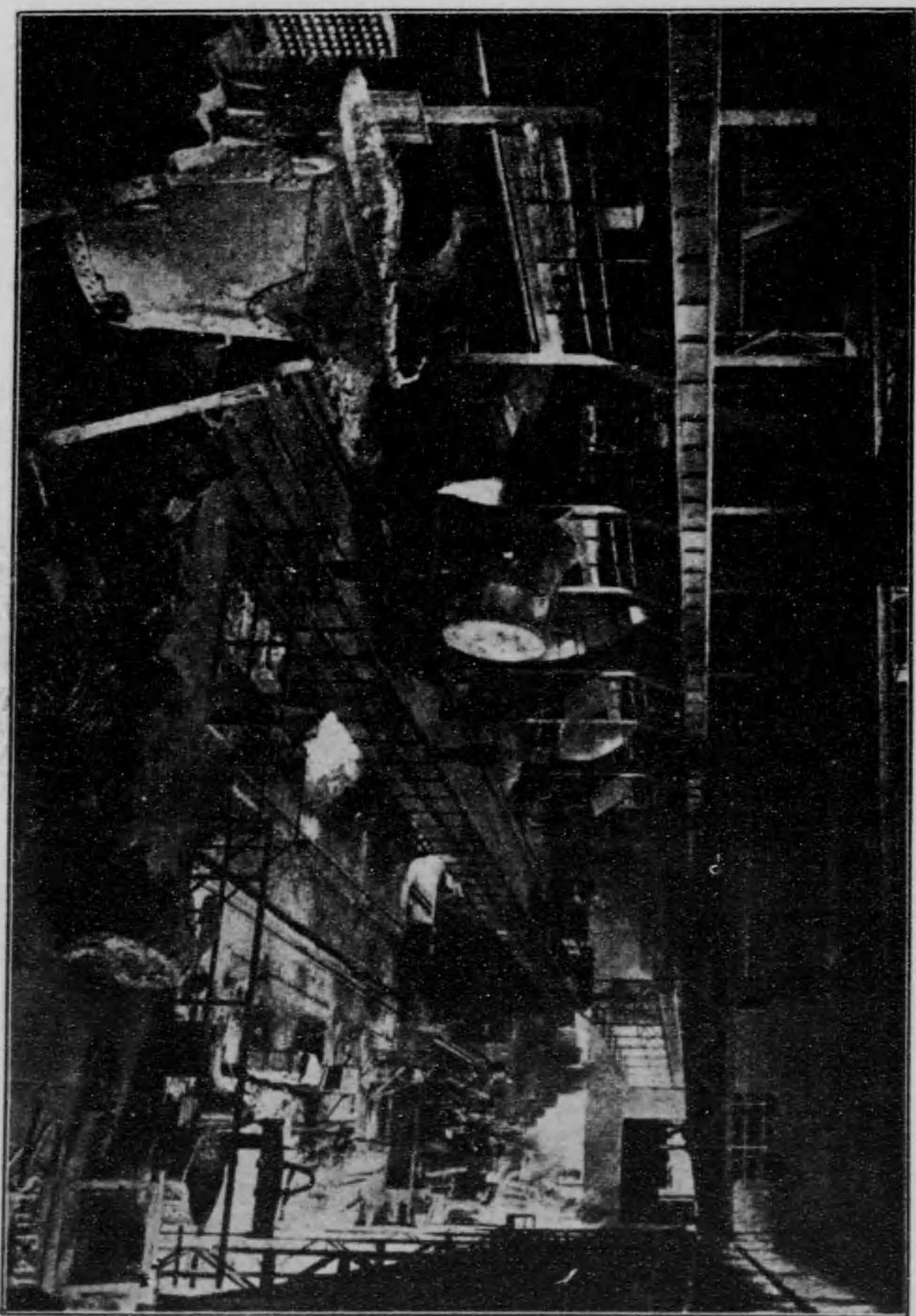
黒鉛坩堝にて熔鋼するときは坩堝中の硅酸還元して熔鋼に合金し黒鉛の炭素も亦熔鋼に合金して鋼中の炭素は〇・一乃至〇・一五%増加するを例とす粘土坩堝を用うるときは鋼中の炭素を減すること約〇・一五乃至〇・二%燐及び硫黄は更に變化増減なし故に豫め純良なる原料を撰用するを要す

熔鋼過熱するに至れば爐中より坩堝を抽出して鑄型に鑄入す而して鑄入の際は表面に浮漂する鐵滓を去り過不及なく又中斷せざる様鑄込むべし

元來坩堝製鋼は最も優秀なる鋼質のものを製するを目的とす故に是に要する原料は特に純良のものを撰み鍊鐵鍊鋼、滲炭鋼及び特に精製せる平爐鋼を供用し媒熔劑は普通鏡鐵、滿俺鐵、硅素鐵、褐石、硼酸、玻璃末等を以てし特種の鋼種にはニツケル、タングステン、クロム、モリブデン、バナヂウム等を加ふ

## 第二 吹製精練製鋼法

千八百五十五年英人ヘンリー・ベセマー氏多年苦心の結果熔解銑鐵に通風して鋼鐵に化せしむる方法を發見せる以來之に種々改良を加へ完成して急速に傳播するに至れり是に用うる爐を轉爐と云ひベセマー法は酸性の爐材



轉 爐 製 鋼 工 場



を用ゐ脱磷する能はず故にベセマー法に用うる銑鐵の含磷は〇、一%以下たるを要す

鹽基性爐材を用ゐ脱磷せしめんとし種々試験の末千八百七十八年に至り英人トーマス及びジルクリスト兩氏始めて鹽基性爐材に苦灰石を用ゐ脱磷劑に燒石灰を加ふる方法を發見し終に含磷に富める銑鐵を用ゐて鋼鐵を製出するを得るに至れり

酸性鹽基性何れの爐も其構造は全く同一形にして第三十五圖及び三十六圖に示すもの、如く其異なる所は爐内に用うる爐材と精鍊法にあり外套は厚十五乃至二十五耗の鐵板を以てし爐壁は厚三百乃至四百耗にして酸性には硃石煉瓦鹽基性には苦灰石を用ゐる外套には丈夫なる鑄鋼製の環帶 $\gamma$ を嵌め二個の軸受上に据ゑ其一軸 $\alpha$ には齒輪 $\beta$ を取付け齒桿 $\delta$ に啮合す齒桿は水壓装置にて上下動を爲し轉爐をして百八十乃至二百七十度俯仰旋回せしむ其二軸 $\alpha$ は中空にして送風機より來れる壓搾空氣を通するに供す壓搾空氣は $\gamma$ 管より風函 $\omega$ を経て爐底に達す風函の蓋は螺桿又は楔を以て外套に取



付るなり爐底には斷面積一、五乃至二平方呎の通風孔百二十乃至百五十を穿つものあり又第三十七圖の如く恰も蓮根に似たる羽口を嵌入するものあり後者は風の配布には便宜ならざる所あるも酸性法には多く是を用う爐底は酸性法なれば矽石鹽基性なれば苦灰石を以て撞堅め厚五百乃至六百耗とし四十乃至五十回の作業に耐ゆ

爐内の容積は銑鐵裝入量に要する容積に比し殊に大なるは作業の際に生ずる激烈なる沸騰を爲し吹溢るに依るものにして一噸の裝入量に對し酸性にありては一乃至一、二立方米鹽基性にては一、二乃至一、五立方米とす又壓搾空氣の量は銑鐵の裝入量一噸につき約三百立方米風壓は一、五乃至三氣壓

酸性精鍊法

爐底は粉粒と爲したる矽石又はガニスターに二乃至六%の粘土を加へたるものを搗詰るなり而して羽口は搗詰中は木型を嵌置くなり底部出來たらば先づ緩徐に乾燥し更に注意して強熱し是を爐に取付るには相互の接觸面に耐火粘土を用ゐて密に塞くべし然る後薪を以て煖熱し更に骸炭を爐の三

分一迄充たし熱すること數日にして赤熱に達したるとき爐を旋回して骸炭及び灰分を去り風函を閉ち水平の位置と爲し爐口より銑鐵を注入す銑鐵は混銑爐熔銑爐又は熔鑛爐より熔銑鍋にて送り來れるものなり

酸性轉爐に用うる銑鐵はベセマー銑鐵と稱し其性分は矽素一—二%滿俺〇、五—二%磷〇、一%以下硫黃〇、〇二%又ヘマタイト銑鐵にして滿俺含有の微量なるものを用う元來此通風精鍊には更に燃料を要せず銑鐵中の炭素矽素及び滿俺の酸化に依る發熱を利用し鋼鐵をして熔解情態を保たしむるにあり而して酸化の爲に發熱して熔解物の熱度を高からしむるものは

- 一%の矽素矽酸に燃燒し熔解物の熱度を高むること 約二百度
  - 一%の滿俺一酸化滿俺に燃燒し熔解物の熱度を高むること 約五十度
  - 一%の鐵一酸化鐵に燃燒し熔解物の熱度を高むること 約三十度
  - 一%の炭素一酸化炭素に燃燒し熔解物の熱を高むること 約十度
- なりとす

先づ送風して轉爐を仰置すれば爐口より迸發する火焰は帶赤黃色にして



透明なり主として窒素を含有す硅素及び滿俺は此時期に燃燒し鐵滓組成期とす爐内にありては激烈に鐵分飛散し爐は震動し含嗽する如き響を發し小鐵分を爐口より吹出すに至る火焰の變化は作業の進化を鑑視すべき唯一の目標にして斷えず其變色を注意せざるべからず分光器を以て是を視るに帶赤黄色焰の時は單に明かなるのみ此時期には主として硅酸一酸化滿俺及び少量の一酸化鐵を組成し鐵滓に混す然るに火焰は漸く變化し約十分時にして帶青白色となり分光器には明瞭なるソヂユムの黄線を現し尙ほ進化の進むに従ひ其線以外に亦赤部には暗色線及び右には綠線を顯はすべし其綠線は滿俺の蒸氣に基くものにして炭素の含有量とは離るべからざる關係を有し最も注意すべきものなり發生する一酸化炭素の爲に激烈なる音響を發し火焰は白色となるも酸化滿俺の褐色烟を以て包まれ白色の長焰は炭素の減却するに従ひ短く透明と爲り分光器にては線の消失により炭素の消却を示す故に其線の漸次薄くなる度を以て炭素含有量を定むべき標識となす十五乃至二十分にして銑鐵は鋼鐵に化し適度に達したる時期に至れば轉爐を傾

け送風を停む

熔鋼の性質を鑑定する爲に鐵棒を熔鋼中に挿入すれば小鐵粒を包含する鐵滓附着し是を水中に急遽冷却し鐵滓を鐵桿より碎き採り其破面を検し其色及び空窩の存在するや否は脱炭の程度を知るべき一の標識にして鐵滓中に包含する小鐵粒は鋼の硬軟を判すべく其良く鍛延せられ周圍に罅裂を生ぜざるものは軟質を示し高き炭素(〇、四%以上)を含むものは罅裂を生ずるのみならず破碎するものあり

銑鐵より脱炭するにあたり一酸化鐵の組成は避け難し而して其量一%を超えること僅かなるも鋼鐵は熱脆性を呈するが故に勉めて一酸化鐵を還元し驅除せざる可らず其好適材料は鏡鐵滿俺鐵の如き鐵合金物にして是を熔鋼中に投加す而して其投加物をして均等に混和せしむる爲めに爐を縦立して數秒時間通風す此場合に於ては合金物中の滿俺は一酸化鐵を還元して一酸化滿俺と爲り鐵滓に混入し餘分の滿俺は鋼中に合金す是を熔鋼の脱酸と云ふ



最適の時期に於て操業を停止することは頗る經驗を要し所望の脱炭に適中せざること多く屢炭素微量の鐵と爲る然るときは是に鏡鐵又は滿俺鐵を加へ一酸化鐵を還元せしむると同時に必要の度まで炭素を増加せしむ是を加炭法と云ふ軟鋼には滿俺鐵約〇・五乃至一・五%硬鋼には鏡鐵二乃至一〇%を加熱して爐口より投入するなり又デービー加炭法とて木炭又は硫黃の如き不純物質を含まざる骸炭を鑄鍋に入れ其上より熔鋼を移注するものあり又脱酸の目的を以て礬素を鑄鍋に投加するものあり其量は〇・〇五%を超えざるを程度とす斯の如くして後爐より鑄鍋に移注し更に鑄型に鑄造す操業は二十乃至三十分時にして終了し鐵の消失は八―一二%

## 鹽基性精鍊法

鹽基性精鍊法の爐材には苦灰石を用うること既述せるが如し而して苦灰石の煉瓦を造るには苦灰石を熔化するまで過焼し水の吸收を防ぐ爲に直に碎粉し是に無含水にして煮沸せる釜兒五乃至七%を加へ良く混和し其混和物を三百乃至四百氣壓の推壓機にて煉瓦に製しマツフル内にて焙焼す然る

ときは釜兒の一部は揮發し骸炭狀の殘留物を留め結合劑と爲る是を爐壁に採用す爐底は鐵製の型を置き前述の混和物を入れ煖めたる撞棒を以て搗詰むるなり三十乃至五十回の熔鋼に耐ゆ其最も早く損害せらるゝ所は羽口なるが當時苦土羽口なるものを用ひ七十八回に耐ふると云ふ

鹽基性精鍊に最適する銑鐵の性分は硅素〇・三―〇・五%滿俺二%磷一・八―二・五%とす酸性精鍊の場合には硅素を以て主要なる亢熱物となすものなるが鹽基性にては磷分を以てし一盞の磷は磷酸に燃燒して五千九百カロリを發生し一%の磷分は熔解物の熱度を増すこと約百三十度なり

轉爐には裝入量の一〇乃至一五%に相當する燒石灰を入れて熔解銑鐵を注入し送風を開始するときには初めに短き帶赤黄色の火焰を噴出し硅素滿俺は酸化し石灰と共に鹽基性鐵滓を組織す滿俺の爲に過熱することあり此場合には屑鋼約一〇%までを投加して調和せしむ燃燒の進化するに従ひ特有の帶青白色焰となり十乃至十五分時にして熔解物は殆んど脱炭すべく脱炭後も尙ほ送風を繼續し磷を燃却せしむ二乃至三分時にして磷は磷酸となり



鹽基性鐵滓と和合して磷酸石灰又は磷硅酸石灰を組成す

熔解物を檢するには柄杓を以て熔鋼を酌取り汽鎚にて鍛延し水中に冷却して折り其破面の狀況細粒を呈し軟質のものは縁邊に纖維組織を爲すものあり然るに含磷鐵は青白色の長き粒を爲し其大小は含磷分に應ずるものにて良く識別せしむ

操業終了せば爐を傾けて鐵滓を去り更に滿俺鐵又は鏡鐵を加へ脫酸法及び加炭法を行ふこと酸性精鍊法に同じ鐵の消失は一二乃至一五%鹽基性精鍊法にては鋼鐵の製出以外に更に有利なる鐵滓を生じ爲に鋼鐵の價格を廉ならしむ

鐵滓は一噸の製鋼量につき約三百斤にして其性分は石灰土四五—五〇% 礬土一—二% 一酸化滿俺五—一〇% 苦土一—四% 一酸化鐵一〇—一六% 硅酸六—一〇% 磷酸一四—一九%

含磷鐵滓は是を碎粉し肥料として販賣す而して其價格は溶解性磷酸の含有量によりて高低あり又一四%以上を含むものたるを要す故に鐵滓をして

含磷の量を多量ならしむべく種々の方法を研究しシャイブレル法は脱磷の始まる前に一たび鐵滓を去り更に新に石灰を加ふる如き是なり又鐵滓車に砂を入れ置き是に鐵滓を移注するときは有機酸中に於て磷酸の溶解性を高むと云ふ

### 第三 平爐製鋼法

千八百六十五年マルチン兄弟は熔爐中にて銑鐵と古鐵とを共に熔解し鋼鐵を熔製せんとし是れにシューメンヌ瓦斯火法を應用して好成績を擧げシューメンヌマルチン製鋼法と稱し當時は隆盛を極め殆んど獨占の形勢なり爐の形狀よりして平爐と名づけ種々變形せるものあり

瓦斯發生爐に關しては既に之を述べたり(五二—五五頁)而して平爐製鋼に用うべき瓦斯發生爐は略ぼ次記を目標と爲し設計すべきなり乃ち百斤の製出鋼鐵に對しては平均四十斤の石炭七五%の炭素二五%の灰分としを要し百斤の石炭は三百二十乃至三百七十立方米の瓦斯を發生し發生爐を去る場合に三百乃至百度の熱を帶ぶ一平方米の火床面は一時間に瓦斯を發生する

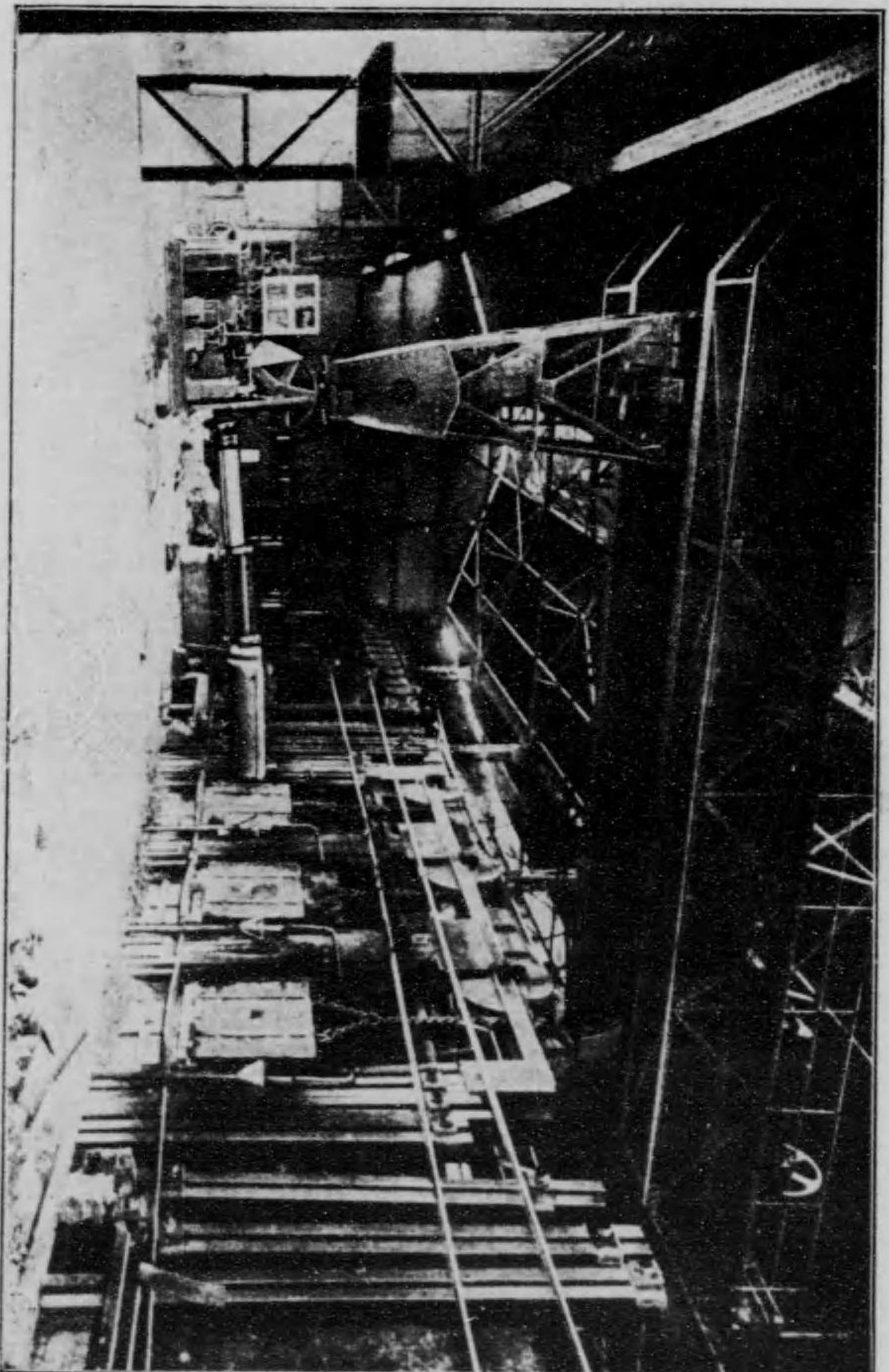


こと煙突の自然通風にて七十疋扇風機にて百乃至百五十疋とす此計算に據り發生爐の總斷面積を算出し得べし多くは數基の發生爐を聯結して瓦斯を混和するを以て操業上便なりとす發生爐の性分は一酸化炭素二四—三〇%メタン一—五%炭酸四—八%窒素五〇—六〇%一立方米の瓦斯燃焼して千乃至千四百カロリを得べし各發生爐の瓦斯は一應共同瓦斯路に導きて混和せしむると共に塵煤、釜兒の大部分を分離し更に主導管に導き各平爐の變向弁を経て貯熱室に誘致す

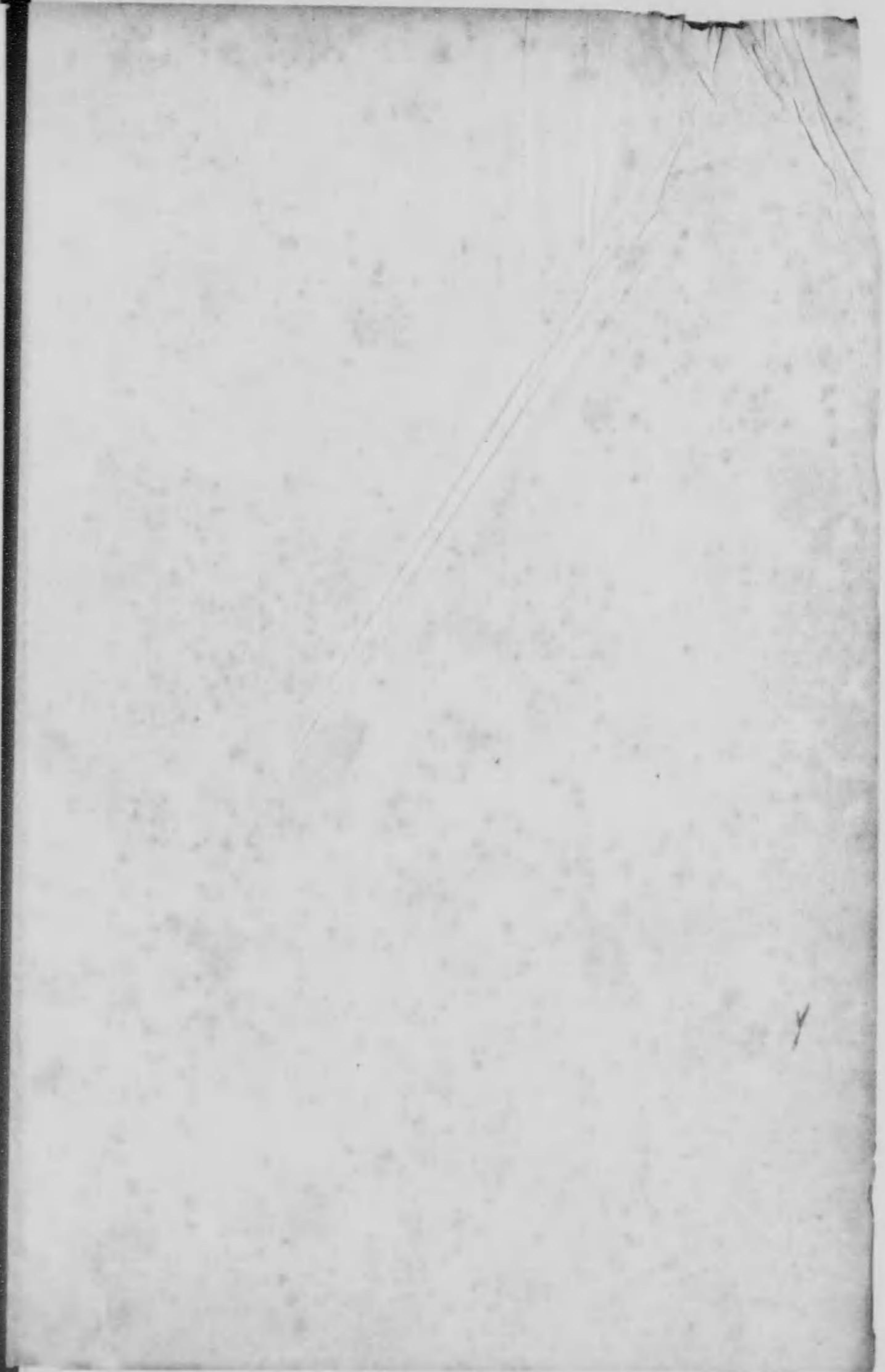
平爐にも亦酸性と鹽基性とあるも爐の構造に於ては更に異なる所なく操業の方法及び爐材の異なるあるのみ故に爐の構造及び操業順序は特に別記せず必要な點を特記すること、すべし

平爐の構造に二様あり一は固定式にして一は傾動式なり爐の容量は十二乃至五十噸にして平均二十噸第三十八三十九及び四十圖は十五噸固定式平爐を示すものなり煉瓦造側壁上に工字形鐵を架し其上に床板りを置き板下は冷却する爲に空氣を通せしむ





平爐製鋼工場一部之景  
原燃料裝入機





酸性法にありては床板上に珪石煉瓦を敷き其上に細粒珪石に二乃至四%の粘土を混和せるものを數層に搗堅め層毎に緩徐に乾燥しては熔化する迄加熱し床の厚〇、三乃至〇、五米に達せしむ此施工には頗る熟練を要し爐の壽命溶解回数五百乃至千回に關すること大なり

鹽基性法にありては床の最下層及び酸性鹽基性爐材の接觸する部分には苦土煉瓦石を用ゐる容易に溶解すべき滓分の組成を妨げ其煉瓦面には暖めたる釜兒を數回塗抹し其上に粉碎せる苦灰石と釜兒の混和物を搗詰ること數層にして床の厚〇、四米床の深さ〇、四乃至〇、六米とす苦土煉瓦の代りにクローム煉瓦を用うるものあり溶解床 $a$ の上には一、五乃至一、八米の隔りに厚二百二十五乃至二百五十耗のアーチを以て被ふ溶解床の面積は装入すべき銑鐵の量によりて廣狹あり銑鐵多量なれば從つて床積を廣くせざるべからず一噸の装入原料に對し〇、八乃至一、二平方米とす瓦斯をして爐室内に於て燃焼せしむる爲に床の長と幅の割合を一、八とす但し床の幅は三、五米を超えざるを要す床の兩側に瓦斯及び空氣の吹出し口を設け多くは圖に示すが如く



上に横長き空氣吹出し口dと下に二個の瓦斯吹出し口eを設け床の方向に甚しく傾斜せしむ裝入原料一噸に對し爐の一侧に於ける總ての吹出口の斷面積は四百乃至五百平方糎とす烟突による自然通風の場合には瓦斯及び空氣吹出口の斷面積を同一と爲すも瓦斯に扇風機を應用し空氣は吸入せらるるに任せあるものは空氣道の斷面積を餘分に見積るべし裝入口の反對の側に出鋼口gを設く

爐の兩側に各二個の貯熱室あり一は空氣用fにして一は瓦斯用eなり空氣用のものは瓦斯用よりも大にす格子形に積める硅石煉瓦石の間隙は六十耗とし入込口に近き所は少しく狭くし五十五乃至六十耗とす一秒時間に消費する一立方米の空氣若くは瓦斯を貯熱室内にて百度に熱せんとするには六乃至六、五立方米格子用煉瓦二千八百乃至三千疋を要す又煙突の高さは三十乃至四十米大なるものは五十米に達するものあり

爐の築造終れば暫く風乾して後薪を以て熱し水分の驅除せらるゝに至れば始めて瓦斯を通じ緩徐に煖熱す可し變向傘の變更は初めは約三十分時に

一回とし加熱せる貯熱室の爲に爐床は速に熱度加はり後に至り一時間に一回の變更とす熔解床には裝入口より銑鐵屑鋼古鐵及び含鐵分富有の鐵鑛を裝入す裝入には當時電動裝入機を應用し大なる爐にても十五分時にて裝入を終ることを得るに至れり銑鐵は冷材若くは熔解せるものを用ひ多くは全裝入量の三〇%を超えず古鐵缺乏の爲に銑鐵を多量に用うるものあり然る時は自然甚しく熔解時間を延長するを以て熔解物の脱炭を速かならしむる爲に含鐵分富有の鐵鑛赤鐵鑛磁鐵鑛又は鐵皮の類三〇%迄を加ふるものあり酸性法に於ける裝入量の平均性分は炭素一、二—一、四%硅素〇、五—〇、七%滿俺〇、九—一、二%磷〇、一%以下硫黃〇、一%以下とし鹽基性に於ける平均性分は炭素一—一、五%硅素〇、二—〇、三%滿俺一—一、二%磷〇、八—一%硫黃一%又鹽基性法には全裝入量の八乃至一〇%に相當する石灰<sub>3</sub>媒加す

裝入物熔解し終れば先づ硅素及び滿俺燃焼し投加せる鐵鑛中の酸化鐵は熔解物中の炭素の爲に一部分還元し一酸化炭素を發生し激烈なる沸騰を起すものとす鹽基性法にありては脱炭に引續き裝入物に含有する磷分も亦酸



化し鐵滓と共に磷酸石灰を組成す熔解物中には尙ほ古鐵、石灰、鐵鑛等を數回追裝す

鐵の酸化は此製鋼法にても避く可らず燃燒せる各種物質の爲に熔解物の熱度は千五百乃至千六百度に達すべし屢、試檢の爲に酌採りて脱炭の程度を判定し熔解操作時間は四乃至六時間

柄抄を以て熔鋼を汲み取り是を小鑄型に鑄入するに飛散する火花と鑄引によりて判定するを得べく其試驗鑄塊は汽錠を以て棒狀又は扁平に鍛延し水中に冷却し軟鋼なれば數回百八十度に曲げ其曲れる局部に剝離又は罅裂を生ぜざるを度とす酸性法を以て製せる試験片の破面が若し多量の磷を含むものなる時は鹽基性のものよりも粗粒狀を呈するものなり

試験の結果適度に達せば一酸化鐵を驅除する爲に軟鋼を製造する場合に滿俺鐵〇・五乃至一%硬鋼にありては鏡鐵一乃至二%を加へ終りに出鋼口を開き鑄鍋に移注す

鐵滓の性分は酸性法のものには石灰土二—四%礬土一—五%一酸化鐵二〇

—四〇%一酸化滿俺一〇—一五%硅酸五〇—六〇%鹽基性法のものには礬土五—一〇%石灰土三五—五〇%苦土四—七%一酸化鐵一〇—二〇%一酸化滿俺七—一五%硅酸二五—五五%磷酸七—一九%

各出鋼の後は丁寧に爐底を修理す爐底に凹窪を生じたる時は鐵滓を除き新しき爐材を以て充すべし爐底の修理は多くの經驗と大なる熟練を要するものにして爲に少なからざる時間を徒費することあり

十五噸爐に於て一晝夜の製出鋼量は酸性法にて約六十噸鹽基性法にて約七十五噸とす

銑鐵のみを以て作業するときには脱炭に少なからざる時間を要し多量製鋼を期する能はず然るに當時は出來得る限り多量の鋼鐵を製出せんとし種々なる考案を施行せるものあり左に其一二を略述すべし

連合法とはベセマー法と鹽基性マルチン法を連合作業するものにして此場合には〇・二乃至〇・八%の磷を含有する銑鐵を以て操作するを得るものなり先づ銑鐵をベセマー法にて硅素を驅除し〇・一—〇・二%迄脱炭せるものを



鹽基性マルチン爐に移注し脱磷せしむるものにして一熔解に三四時間を要すべし然るに此兩法連合法は實費廉なる能はざるものありて漸次停業するものあり

ベルトランド、チーエル法とは從來の方法に依る一マルチン爐にて作業するものを數爐連合して操業するものなり硅素一%磷一五%の銑鐵裝量に鐵鑛二〇%を加へたるものを以て二十四時間に七八熔解を爲すを得べし然るに此方法も餘り繁用せられず

タルボト法はウエルマン式連續マルチン爐に則りたる傾動式にして第四十圖に示せるもの、如く二個の蒲鉾形を爲せる臺の上に構造し水壓唧筒機に依りて俯仰せしむる裝置なり當時は電動機を用うるものあり爐の容量は六十乃至二百噸に達し一週間の作業中は決して全く空虛ならしめずして適當に精鍊せられたる鋼量の約三分一乃至四分一を傾注し餘は爐に殘留し過熱せる熔解物には更に銑鐵と鐵鑛を追裝し再び是を精鍊す此法の有効なる點は既述せるマルチン法に比すれば脱炭速かなるにあり又爐底の修理及び

熔解物を流出せしむることは誠に便なりとす

#### 第四 電氣製鋼法

電氣爐を以て鋼鐵を熔製せんとし久しく研究する所ありしに今や既に成功して實施の域に達せり而して此熔解作業を爲すには各種の電氣爐構成せられ何れも多少の得失を免れざるが如し是等の爐中に於て重要にして且つ多く實地に應用せられあるものにつき略述すべし

電力を熱化せしむる方法により電氣爐を分つて弧光式爐及び誘導式爐の二種とす而して弧光式にありては直接に電氣の弧光により發熱せしめ誘導式は導體として作用する熔解物中に誘導の爲に電勵せしめ鋼鐵を抵抗發熱の爲に熔解せしむるにあり勿論加熱は弧光及び誘導同時に起るものありて判然分類する能はざるものあるも兩式に別ち各爐種の類別を便ならしむるのみ

孤光式爐にして當時多く用ゐらるゝものは

一 スタッサノ式 第四十二圖に示すもの、如く爐は圓形若くは橢圓形に