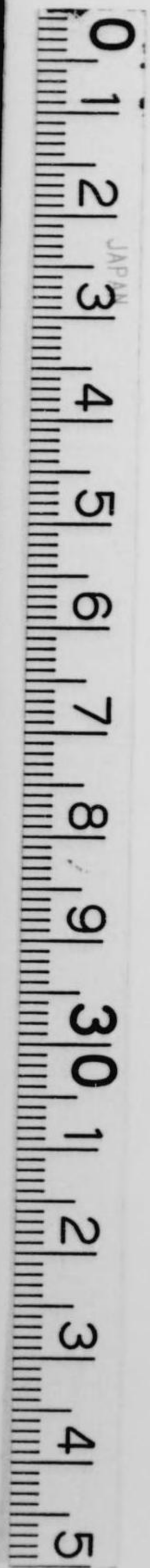
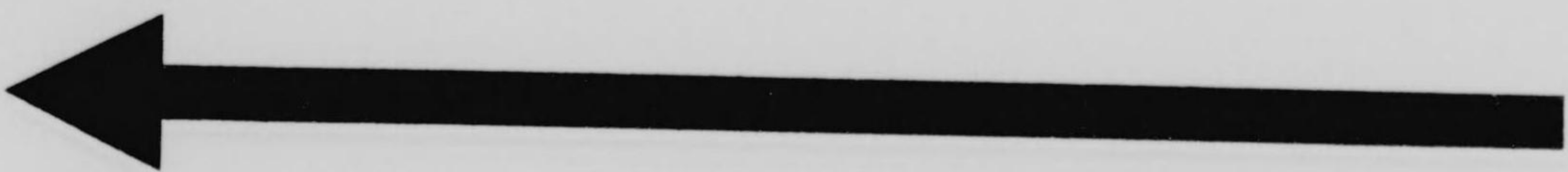


351
49



始



351-49



工學士 飯島懿男著

鋼鐵製造術

上卷

東京 丸善株式會社

大正
4. 2. 17
丙寅

序

曩に〔明治四十四年〕製鐵所は職工養成の目的を以て本所附屬の教育機關を創設し名て職工養成所と呼び主として高等小學卒業程度の少年を教育すると同時に現に職工として實作業に従事しつゝあるものをして理論の梗概を會得せしめ以て斯業の進歩發達に資せんとせり

初め本所の養成所創立の計畫を立てるや斯業に關する授業用邦文教科書をなきに苦み本所職員中より委員を擧て囑するに教科書編纂のとを以てしたり余等即ち委員として亦た講師として専ら鋼鐵製法の部を擔任し「レクチュア」の材料を蒐集すると同時に之を編述すると約半歲畧ぼ本篇の經緯を

序
形成するに至りしを以て綴て上下二篇となし銅鐵製造術と命名せり

前述の如く本著作の骨子は職工養成を目的とせる講義録にありて今之を公にするに方りて少く改訂を加へたるものに過ぎるを以て書中記述する所のものは主として本所作業の實況に鑑み苟も實地と相軒輕せざるを旨とし術語の如きも多くは本所内の通用語を用ゐたり材料は之を歐米諸書に求め配するに自己の經驗を以てし簡易にして明晰能く當初の目的に添はんとを念とせしも如何せん識淺く術至らず加之不文不備尙ほ補足改竄すべきと多きは著者も亦た能く之知れり然れども現時斯業に關する知識に渴望する一般人士頗る多く而も邦文著書尙ほ甚だ少きの秋に於ては濫に深遠

浩瀚なる良書よりは卑近簡單なる拙著の如き反て時運に適應するものならんかと思考し兎にも角にも一旦之を公にするのとせり若し本書にして聊か江湖諸彦の渴望を醫するとを得ば望外の幸なり

大正三年十月一日

著 者 誌

鋼鐵製造術上卷目次

總說

一頁

第一編

八

第一章 製鋼原料

八

第一節 銑鐵

八

一 原料銑鐵

八

二 熔銑爐

一〇

三 混銑爐

一一

第二節 特種銑

一七

一 滿俺鐵及鏡銑

一七

二 硅素銑

一九

三 硅滿銑

一九

目次

第二章 ベセマー及トーマス製鋼法

第一節 轉爐の一般說明及附屬設備

一 轉爐……………二七

二 回轉裝置 附錄縱法……………三〇

三 衝風……………三一

四 鏡銑爐……………三二

五 工場の配置……………三三

六 ベセマー法とトーマス法の區別……………三五

第四節 原料の運搬……………二一

一 熔銑の運搬……………二一

二 銑鐵屑鐵其他運搬……………二二

第三節 屑鐵……………一九

四 其他の合金……………一九

第二節 ベセマー製鋼法(酸性)

一 爐内裏積……………三五

二 爐底……………三七

三 裏積材料……………四一

四 爐内に於ける化學的變化……………四三

五 熱の發生……………五一

六 吹製を終りたる鎔鐵脫酸及加炭法……………五三

七 銑鐵……………五六

八 操業法……………五七

九 製出歩合……………六四

十 生産物……………六四

第三節 トーマス製鋼法(鹽基性)

一 爐内裏積……………六六

二 爐底……………六七

三	裏附材料	六九
四	爐内に於ける化學的變化	七一
五	熱の發生	七五
六	銑鐵	七五
七	操業法	七六
八	製産歩合	七九
九	生産物	七九
第三章 瓦斯發生爐		
第一節	瓦斯發生爐の理論	八一
一	瓦斯發生爐を使用する理由	八一
二	發生爐内部化學的狀態	八三
第二節	瓦斯の種類及熱量	八八
一	發生爐瓦斯 <small>附高爐瓦斯</small>	八八
二	水瓦斯	九二

三	自然瓦斯	九四
四	瓦斯の熱量附熱量計算法	九四
五	發生爐の能率	一〇一
第三節 瓦斯發生爐		
一	發生爐の分類及主なる發生爐	一〇三
二	裝入裝置	一一一
三	發生爐の位置	一一二
第四節 原料送風及操業法		
一	原料	一一四
二	送風	一一五
三	操業法	一一九
第四章 シーメンスマルチン<small>(スオロブンハー)</small>製鋼法		
一般歴史	一二四	
第一節 平爐の構造及附屬設備	一二六	

一	平爐の構造	一二六
	固定式	一二六
	傾注式	一二六
二	装入機	一三七
三	工場の配置	一三九
四	酸性法と鹽基性法との區別	一四一
第二節	酸性法	一四一
一	爐内煉瓦積方	一四一
二	爐床附方	一四五
三	操業法	一四七
四	爐床内に於ける化學的變化	一五八
五	鋼の産出及燃料消費高	一六五
六	生産物	一六九
第三節	鹽基性法	一七〇
一	爐内煉瓦積方	一七〇

二	爐床附方	一七二
三	操業法	一七五
	屑鐵法	一七六
	銑鐵鑛石法	一八三
	サニター法	一九一
四	爐床内に於ける化學的變化	一九四
五	鋼の産出及燃料消費高	二〇一
六	生産物	二〇一
第五章	鋼塊製造法	二〇三
第一節	造塊の設備	二〇三
一	鑄鍋	二〇四
二	鑄型及鑄型臺	二〇八
三	鑄孔及鑄型臺車附鑄込法	二一一
四	鑄鍋用臺車及起重機並に鋼塊起重機	二一四

五 抽塊機……………二一五

第二節 鋼の特質及良鋼塊製造法……………二二〇

一 鋼塊の内部に於ける空窩……………二三〇

二 鎔鋼の析出……………二三〇

三 緻密なる鋼塊を得るの法……………二三七

鋼鐵製造術上卷目次終

鋼鐵製造術 上卷

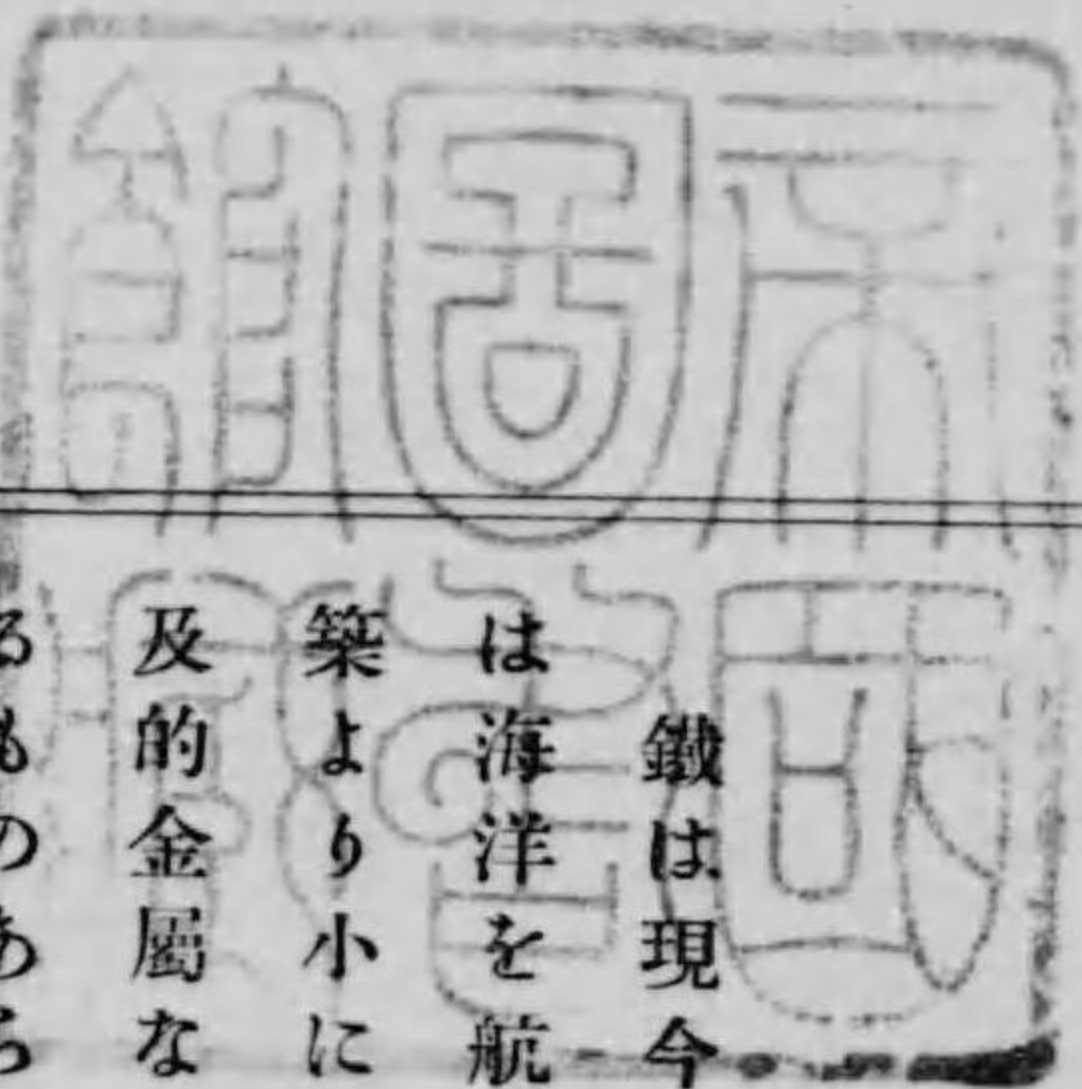
工學士 飯島懿男著

總說

鐵は現今吾人が日常最も汎く使用し且つ最も重要な金屬にして大にしては海洋を航走する大艦巨船山河を包綴する鐵路橋梁若くは天を摩するの大建築より小にしては家庭の薪炊具に至る迄悉く鐵の應用を見ざるはなし斯る普及的金屬なるを以て苟も鐵と言へば何人と雖も直に其何物たるを了解せざるものあらざるべきも而も其所謂鐵なる語は通俗の意味に於る鐵即ち鐵類の總括的名稱に外ならざるなり夫れ化學上に於て鐵と稱するものは金屬元素即ち純粹なる鐵の謂にして其性質上現今實用に供するの價値なく單に冶金學上の研究資料に過ぎして素より平生吾人の耳目に觸るる所のものに屬せざるを以て自ら普通鐵類と稱するものの範圍外にあり而して吾人が日常見て以て鐵

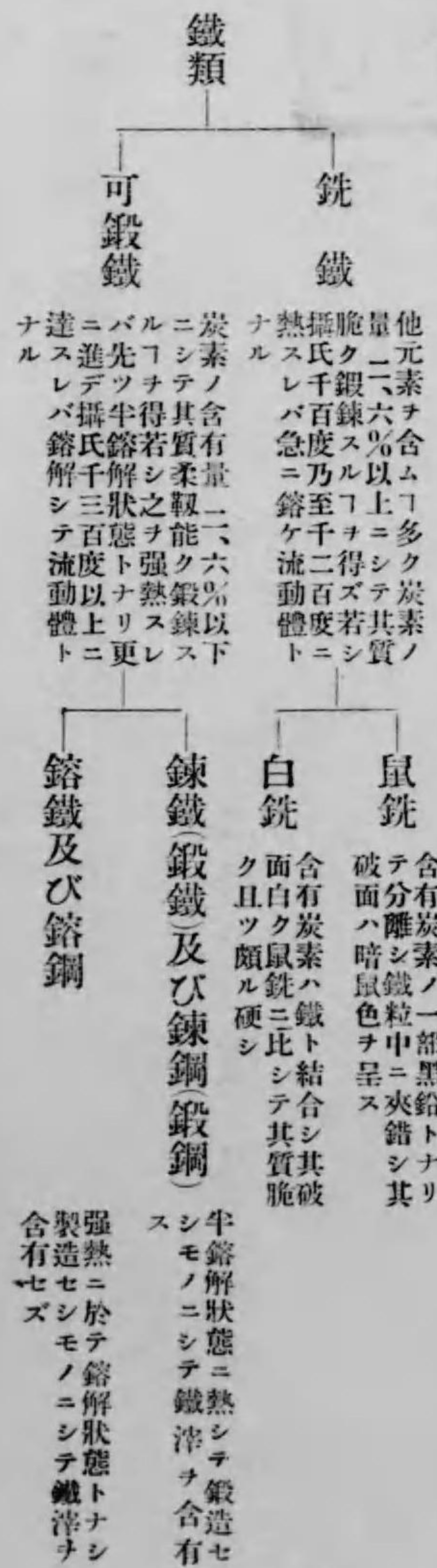
總說

一



と名くるものは悉く他の元素を含有する鐵の種類にして其含有元素の重なるものは炭素、滿俺、硅素……等とし就中炭素含有量の多少は他の元素に比し鐵の性質の變化すること特に著しきものあるを以て鐵と炭素との關係は最も重要な事柄なりとす

鐵の性質は主として炭素、滿俺、硅素等含有量の増減によりて變化し同時に製法の相違によりても亦た自ら差別あるものなるを以て其分類法は或は單に性質に基くものあり或は單に製法によるものありて必しも一定せるものに非れども今大體に於る分類法として西曆千八百七十六年北米費府大博覽會の際萬國製鐵大會席上議定せるものを左に掲ぐ



表中可鍛鐵に屬する兩分系に於て共に鐵及鋼の兩種あるを見るべし此兩種の區別は從來燒入れ(赤熱以上ニ熱シテ急冷スル法)と名る加工法を施し著しく硬度を増すと否とを基として一定の炭素含有量を定め其間に一劃線を施せしものなりしも近時製鐵術の進歩に連れ此兩種の區別は漸く曖昧となり少くも同系の種類に於て此兩名稱を存するは學術上不便多きを認めらるるに至れり

右の如く鐵及び鋼なる語は近年に至り漸く其根本意義を失し前者は鍊鐵鍊鋼を後者は鑄鐵鑄鋼を表示するの通語として用ゐらるること多し特に鑄鐵鑄鋼の製法は前世記にの中葉以降著しき發達をなし現今吾人が鐵類と稱するもの大部分は此種類に屬し用途極て廣汎なるを以て一般人士が自ら親炙するの機會最も多きものにして總稱して鋼と名るを普通とす而して鋼は製法によりて更にシイメンズ、マルチン鋼、ベセマー、トーマス鋼、坩堝鋼及び電氣鋼等の四種に細別せらる

以下本篇に於ては専ら鋼の種類即ちシイメンズ、マルチン鋼、ベセマー、坩堝鋼、電氣鋼等の製法の大體を講述するものにして鍊鐵の製法に關しては之を他

日に譲れり

シーメンス鋼、ベセマー鋼、坩堝鋼、電氣鋼等の名稱は單に其製法により命名せしものに過ぎず其の性質に至りては何れも大同小異にして大別して硬鋼、軟鋼、特種鋼の三種に別つことを得べし硬鋼とは炭素の含有量比較的高くして之を赤熱以上に熱して急冷すれば著しく其硬度を増し得るもの(焼入のさくもの)軟鋼とは炭素含有量比較的少くして同様の加工を施すも著しく其硬度を増さざるもの(焼入のさかざるもの)を謂ふ

硬鋼、軟鋼の名稱は鋼を大別せるものに過ぎずして兩種共に炭素含有量の多少によりて無数の種類を包含するものなるが故に實用上更に之を細別するの必要あり左に吾製鐵所にて使用する分類法を掲げん

- | | |
|-----|-----|
| 第一號 | 極軟鋼 |
| 第二號 | 軟鋼 |
| 第三號 | 半軟鋼 |
| 第四號 | 半硬鋼 |

- | | |
|-----|-----|
| 第五號 | 硬鋼 |
| 第六號 | 最硬鋼 |

凡そ鋼鐵は炭素含有量の低下するに従ひ漸次其健淬性を失ふものなれども實際に方り炭素含有量の何れの點に至りて全く其性を失ふに至るかは甚だ不明に屬す即ち右の分類に掲げたる名稱は其性質の漸變を示せるものにして固より炭素含有量によりて明確なる區別を立ることは甚だ困難なるを以て主として鋼の機械的性質を基とせるものなり

以上普通に鋼と稱するものは炭素を主成分とするものなれども今日兵器工具其他特種の目的に供するが爲に別に炭素以外の元素をも主成分とせる鋼の種類ありニッケル鋼、ニッケルクロム鋼、タンゲステン鋼、マンガン鋼、モリブデン鋼、ブアナデウム鋼等の如き然り此種類に屬するものを稱して特種鋼と呼び之に對して普通の鋼を一名炭素鋼と云ふ

右の外今日一般に鋼と稱するものに付て總括的定義を與へんことは殆んど難事なれども少くも本所製品の大部分に屬する鋼に付て最も適切なる定義を

示さば左の如く謂ふことを得べし

一、銑鐵中に含有せる炭素及他の不純物を酸化作用によりて適度に減少せしめしもの

二、前法により銑鐵の極て純化せられたるものを以て他の銑鐵に混入せしめて其炭素及他の不純物を適度に稀薄ならしめたるもの

三、前兩法の合併作業により生ぜられたるもの

即ち製鋼の術とは銑鐵を最も經濟的に純粹化して之に任意の炭素其他有用の元素を含有せしむると同時に成るべく有害の元素を除き去り亞て良好なる鋼材を製出するに適する鋼塊を産出するの術を謂ふなり

凡そ鋼材は熱脆性なきと同時に冷脆性なく而も冷間に於て能く衝撃に耐ゆるの性質を要するものにして工業上種々雑多の方面よりする特殊の要求に應じ夫々満足なる製品を供給すると否とは一に製鋼業に従事するものの能不能の別ある所にして苟も鋼質にして良好ならざれば之に加ふるに如何に熟練なる技術を以てするも到底優良なる製品を得る能はず之れ本所事業の内特に製

鋼術の忽にすべからざる所以なり

第一編

第一章 製鋼原料 (坩堝鋼原料を除く)

第一節 銑鐵

一原料銑鐵 製鋼原料としての銑鐵は大別して酸性及鹽基性の二とす而して平爐原料としては銑體、固體何れにても差支なけれども轉爐原料としては必ず銑解状態なるを要す酸性、鹽基性の兩銑鐵は専ら其化學的成分によりて區別せるものにして酸性銑は硅素分高く磷及び滿掩分低く鹽基性銑は磷及び滿掩分高く硅素分低きを以て特徴とす而して酸性の場合に於ては硅素含有量に付て鹽基性の場合に於ては磷含有量に付て平轉爐各其意義を異にし平爐原料の必ずしも嚴密なる制限を附するの要なきに反し轉爐原料は何れも略ぼ一定の含有量あるを必要とするものなるが故に特にベセマー銑(酸性)トーマス銑(鹽基性)の名稱を用ゆることあり

銑解銑鐵は銑鑛爐より流出せるものを一旦混銑爐に貯へ更に製鋼爐(平爐轉

	平 爐 用		轉 爐 用	
	酸 性	鹽 基 性	酸 性	鹽 基 性
炭素%	4.0 - 3.2	4.0 - 3.2	4.00 - 3.2	4.00 - 3.2
硅素%	2.5 - 1.0	1.0 以下	2.50 - 2.00	1.00 以下
硫黃%	0.04 以下	0.05 以下	0.05 以下	0.05 以下
磷%	0.04 以下	2.00 以下	0.05 以下	3.5 - 2.5
滿掩%	1.00 - 0.60	2.00	1.0 - 0.5	2.00

爐)に送るを以て最も便利にして且經濟的なりとす而して工場都合により別に銑鑛爐をも併有することあり當所の如き其一例なり
今平轉爐用兩種銑鐵の標準成分を示せば上表の如し

近年獨乙國にては鹽基性製鋼用原料として「シユタール、アイゼン」製鋼用銑の意と稱する特種の銑鐵を用ゆ此銑鐵は四—六%の滿掩を含有し其斷面は往々鏡鐵の如く見ゆることあり其化學的成分の一例を示せば左の如し

斷 面	炭 素 %		硅 素 %		硫 黃 %		磷 %		滿 掩 %	
	灰	白	灰	白	灰	白	灰	白	灰	白
			〇、九八	〇、六四	〇、〇一一	〇、〇一七	〇、〇八八	〇、〇九〇	四、七二	四、五六

二 鑄鉄爐 轉爐原料鉄鐵は必ず鑄解状態なるを要するものなるが故に轉爐工場に於ては大低鑄鉄爐を具へ諸種の鉄鐵を適當に配合鑄解して轉爐作業上至便なる成分の鑄鉄たらしむ

鑄鉄爐の大なるものは其の鐵板製外皮の徑は時としては十二呎に及び風壓は一平方時に付二封度乃至三封度に達することあり

鐵板製外皮の内部は先づ耐火煉瓦にて積み上げ其内部をガニスター又は硅石質耐火物を以て相當の厚さに突き堅むるを普通とす當所にては硅石質耐火物にて突き固むる代に硅石煉瓦を用ゆ

第一圖は吾混鉄工場に附屬する鑄鉄爐にして其鑄解量一晝夜貳百噸のものなり

鑄鉄爐より流出せる鉄鐵を一旦冷却せしめ更に之を鑄鉄爐にて鑄解するは燃料勞力共に甚だ不經濟なるは見易き道理にして若し鑄鉄爐鑄鉄を直に轉爐に送り製鋼の目的を達することを得ば少くも鑄鉄爐にて再鑄するの不經濟を免るることを得べきも主として左の理由により好結果を收むる能はず

一 製鋼原料の成分略ぼ一定せざる時は製品の鋼質を一定せしむること甚だ困難なり而して鋼質の不同は直に製品の聲價に關するものなり然るに鑄鉄爐より流出する鉄鐵は爐毎に又出鉄の度毎に夫々化學的成分一様ならざるを普通とす斯る原料を別々に製鋼原料に供するは即ち製品の不統一を來す所以なり

一 原料鉄鐵の成分略ぼ一定せざるときは作業の繁雜を來し從て鋼塊歩留りを減ずること

然るに鑄鉄爐は種々なる成分の鉄鐵を任意に配合鑄解するを目的とするものなるが故に鑄鉄爐より流出する鉄鐵の成分は略ぼ一定せしむることを得べし之れ舊來の轉爐工場には必ず鑄鉄爐の設ある所以なり

三 混鉄爐 鑄鉄爐より流出する鑄鉄を空しく冷却せしめ更に之を再鑄するの不利なく而も鑄鉄直取の缺點を除かんがため今日にては一般に鑄鉄爐と製鋼爐との中間に多量の鑄鉄を貯ふるの装置を備ふ此装置を名づけて混鉄爐と云ふ

混銑爐は多量の銑銑を貯へ置き必要に従ひ隨時其一部を取出す事を得るの装置にして此装置を具ふる時は舊來の如く銑鑛爐若くは銑銑爐の出銑時間を待つ必要なく何時にても自在に適宜の量を製鋼爐に供給し得るが故に製鋼作業の進行を圓滑ならしむるの利益は實に著大なるものとす

混銑爐は一八七三年英國人ウイリヤム、デイトン氏が始めて發案せしものにして歐洲に於て始めて之を實用に供し除硫の目的を達せしは一八九〇年ヘールデ製鐵所を嚆矢とす(一八八九年エドガートムソン工場に於て混銑爐を使用し始めしも其目的たる單に混銑作用のみなりし)其當時の形狀たるや單に轉爐に似たる第二圖參照貯銑器にして其内側は耐火物を以て裏積せられ銑銑の出入を便にするがため水壓機械を以て一定の傾斜運動をなさしむるの装置に過ぎざりし而して其容積も始めは漸く百五十噸位のものなりしが今日にては次第に其容積を増し大なるものは一千二百噸に及ぶに至れり第參圖は當所混銑爐にして其容積百六十噸のものなり

混銑爐の目的は第一に銑鐵の混合作用即ち種々なる成分の銑銑を混銑爐内

に貯へ彼是混合せしめ略ぼ均一成分の銑銑たらしむるにあり例令ば一の銑鑛爐より白銑熱低く硫黄分多くして製鋼原料に適せず)を出すことありと假定せんに他の銑鑛爐より鼠銑鐵を得るとせば此兩種を混合するときは優に製鋼原料に供せらるる事あり第二は銑鐵の除硫作用即ち硫黄分を低下せしむるにあり蓋し硫黄分高き銑鐵が同時に滿俺分高きときは此兩元素は混銑爐内に於て互に相結合し硫化滿俺となりて浮び上り鐵滓と共に除き去らるるを以てなり而して此の除硫作用を遂るが爲には銑鐵中に含有する硅素分なるべく低きを以て好都合なりとす

左に銑鐵成分と除硫作用との關係を示す

ノールデ製鐵所混銑爐銑銑及び混銑後に於る成分の變化

吹回製數	混銑前		混銑後	
	Mn %	Si %	Mn %	Si %
3,933	2.86	.34	2.19	.23
4	2.28	.31	2.54	.27

5	2.25	.20	.131	2.48	.20	.027
6	2.23	.35	.050	2.57	.17	.027
7	1.70	.34	.134	2.34	.20	.033
8	2.63	.26	.085	2.31	.19	.055
9	1.93	.20	.074	1.73	.22	.033
3,040	2.02	.30	.118	2.43	.18	.038
1	2.37	.30	.044	2.22	.19	.036
2	2.37	.17	.074	2.26	.19	.038
3	2.07	.16	.120	2.22	.19	.036

右表中に示せるが如くヘーデルに於て除硫作用の頗る好結果なるは主として硅素分の少きによる今假に硅素分一乃至二、五%を有するものとせば到底斯る成績を示す能はざるべし

吾混銑爐に於ては銑鐵の硅素分甚だ高きに拘らず硫黄含有量約三%の減量を示す

近年の混銑爐 當初混銑爐は専ら轉爐工場に附屬せるものなりしが近年に

至り平爐工場にても盛に鎔銑を使用するに至りたるが爲に今や混銑爐は平爐轉爐兩工場に備へらるゝに至れり

吾工場にては一基の混銑爐ありて平爐轉爐兩工場に兼用せらる

歐米に於て近年新設せらるゝ平爐工場に於ては屢々專屬せる混銑爐を備ふるを見るべし此場合に於ては常に前述の目的を遂ぐるに止らず進て銑鐵中の硅素、滿俺、磷素等の一部を除き去らんとするものにして主として鎔銑の成分鐵滓の狀況等によりて石灰、鑛石、屑鐵又は銑鐵を按配裝入して製鋼作業の一部を遂ぐるものなり

但し混銑爐内に於ては鎔銑中炭素分の酸化は成るべく少きを可とするものなるが故に其熱度は炭素の酸化せざる程度(一四〇〇以下)に止め決して平爐の如く高熱に昇らしむべからず

混銑爐は其初期に方りては専ら鎔銑の自熱を利用して其目的を達せんとせしものなりしが故に單に熱の放散を防ぐのみなりしもその後混銑爐の一方より油又は瓦斯を吹込み爐内にて燃焼せしめ幾分亡失せる熱を補ふの裝置を施

ふるること多く滿俺を加ふること少し

左に滿俺銑及鏡銑の成分の一例を示す

	マホロウダニガニ 銑				スロウダニガニ 銑		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)
炭素	6.58	6.20	5.66	4.28	5.00	4.84	4.07
硅素	1.00	1.14	1.20	—	1.10	1.21	1.03
硫黄	痕跡	痕跡	痕跡	0.03	痕跡	痕跡	痕跡
磷	0.12	0.09	0.07	0.17	0.06	0.06	0.17
錳	8.200	7.000	7.000	3.5.85	20.40	10.21	1.256
ニッケル	0.10	0.10	0.10	—	0.11	0.11	—
鉄	9.90	22.20	25.30	—	73.20	83.40	—

鏡銑は其冷却面に直角の方向に白色の鏡の如き結晶面を現はす之れ鏡銑の名ある所以なり而して結晶の大きさは滿俺含有量六一一五%の間のものを以て最も大とし一五%以上に至れば次第に小となり二五%以上に達すれば全く片状の結晶面を失ひ細粒状に變じ其色は黄白色を呈するに至る

二、硅素銑 フェロシリコン 硅素銑は硅素と鐵との合金にして硅素の含有量は五—九五%に達す其色灰白色にして細粒状を呈し専ら鎔鋼中に硅素を加ふるの用に供せらる

三、硅滿銑 シリコスपीケル シリコスपीケルは滿俺硅素及鐵の合金にして滿俺分二〇%前後硅素分一二%前後を含有するものを普通とす其色白色にして往々鏡銑に似たる組織を現すを以て一名硅鏡銑と名く其用途は鎔鋼中に滿俺及硅素を同時に加入せしむるにあり

四、其他の合金 フェロニッケルは鐵とニッケル、フェロクロムは鐵とクロム、フェロタンゲステンは鐵とタンゲステン、フェロヴァナデウムは鐵とヴァナデウム、フェロモリブデンは鐵とモリブデンの合金にして其用途は夫々特種の目的によりて鎔鋼中に包含金屬を加入せしむるにあり

第三節 屑 鐵

屑鐵スラックとは銑鐵を除ける總ての鐵屑の名稱にして銑鐵と適宜に配合して製鋼

原料に供せらるるものを云ふ

屑鐵を別て左の四種とす

- 一 鋼屑
- 二分塊屑
- 三製品屑
- 四古鐵屑

右は單に製出の方式によりて區別せるものなり即ち鐵屑とは鋼塊鑄造の際インゴットに生ずる鑄屑、分塊屑とは鋼塊より鋼片ピレットスラップを造るの際に生ずる切斷片、製品屑とは鋼片より種々なる製品を作るの際に生ずる切斷片、古屑鐵とは前三種類に屬せざる鐵屑の總稱なり而して其品質形狀等は直接製鋼作業の經濟に關するものなるが故に更に之を細別して各數等の階級に分つるの必要あり

當所製品屑は各製出工場の名を冠して其形狀を區別す例令ば大形屑、中形屑……等の如し鋼屑は特種鋼の場合にありては其性質上より區別する事あるも形狀にありては區別をなさず古鐵屑は製品屑と同様に其形狀によりて第一種、

第二種、第三種等の區別をなす要するに第一の形狀の點より云へば其大さは製鋼爐に裝入するに便なるを程度として重量の成るべく多きものを上級原料とし反之葉鐵屑、針金屑の如き容積を占むる事大にして重量の少きものは取扱上煩雜なる手數を要するものなるが故に下級原料に屬するものとす第二に品質の點より言へば表面に錆を生ずること少く燐硫黃等の如き有害元素の含有量少きものを以て上級品とし之に反するものを下級品とす

市場より購入する屑鐵中には往々錫、亞鉛、アンチモン等の有害金屬若くは火藥を殘せる砲彈屑、密閉せる容器等の混入することあり之れ等は製鋼爐内に裝入せらるるや前者は鎔解して鋼質を劣等ならしめ後者は爆發して工場に損害を及ぼすのみならず頗る危險なるものなるを以て特に注意を拂ふべきものなり

第四節 原料の運搬

一、鎔銑の運搬 鎔鑛爐、鎔銑爐及混銑爐等より流出する鎔銑は運搬取鍋によ

りて製鋼爐に輸送せらるるを通例とす此運搬取鍋は銑銑の傾注に便ならしめんがため傾注装置を具ふ第五圖は十噸運搬取鍋にして吾工場に使用するものなり銑銑を受けたる運搬取鍋は大底押上機起重機及鐵道線路等の連絡によりて製鋼爐に輸送せらるるものなり吾製鐵所の如き地勢上高低の差ある所にては押上機起重機等の必要なも平坦なる土地に配置せられたる製鐵所にては是非共押上機若くは起重機の設備を要すべし

斯くして目的の工場に輸送せられたる銑銑は人力若くは起重機水壓機等の力によりて製鋼爐に傾注せらる

近年盛に銑銑を用ふるの目的を以て新設せられたる平爐工場にては之に專屬する混銑爐を用ふることあり此場合に於ては混銑爐は平爐と同列若くは其附近に配置せられ銑銑の出入共に電動起重機によるを普通とす

二銑鐵屑鐵其他運搬 銑鐵及屑鐵は多くは平爐に装入せらるるものなるが故に之等原料の置場は通例平爐工場附近にて連絡上至便の所に配置せらるるものとす本文述ぶる所のものは専ら其置場より平爐工場に至るの運搬法なり

とす

小規模若くは舊式の平爐工場にありては今日にても人力によりて運搬することあれども稍々大規模の工場にありては原料積込及装入に便にするが爲大底装入箱と稱する特種の箱を用ゆ而して装入箱は多くは装入臺車と稱する運搬車に積載せられ汽罐車によりて置場及工場間を往復するを常とすれども最新式平爐工場にては装入臺車及汽罐車共に全然排除せられ單に電動起重機の應用によりて置場及工場間の連絡を保つものあり第六十四圖參照鑛石石灰石石灰ドロミット等も略ぼ前記原料と同様の方法によりて運搬せらるるものなり第六圖及第七圖は吾平爐工場に用ゆる装入箱及装入臺車を示す

第二章 ベセマー及トーマス製鋼法

ベセマー製鋼法は英國人故ヘンリー・ベセマー氏（一八一三年英國ニ生レ、一八八九年倫敦ニ死ス）が天稟の才能と畢生の精力とを傾盡すること數年の後漸く完成せし可鍛鐵の製法にして西曆千八百五十六年八月十一日チエルナム大英國協會席上に於て此大發見が燃料を用ゐざる可鍛鐵の製法と題し始めて世に公にせらるるや世界の製鐵業者は瞻目驚動し茲に鐵冶金學上の革命を惹起せるものにして單に製鐵史上に一新時期を劃せしのみならず實に近世文明の進歩を促せし一大原動力たりしなり蓋し今日吾人の使用しつつあるベセマー装置は實に五十有餘年前氏が英國「シエツフキルド」に於て建造せしものに比し僅に構造の改良規模の増大等を致せしのみならず其實質に至りては殆ど進歩の認むべきなきものにして氏か本法の完成の爲に如何に驚くべき能力と努力とを致せしかを窺ふに足るべしトーマス法（鹽基性ベセマー法）の如きは單に燐分高き銑鐵に

對するベセマー法の應用に過ぎず

抑もベセマー法にては銑鐵中の燐分を除き去ること能はざるが故に其原料銑鐵の燐分に付ては特に制限を附せざるべからざるの不便あり（原料銑鐵の條參照）是を以て如何にせば此缺點を排し得んかとは早く既に冶金學者の注意を惹きし問題なりしが遂に一千八百七十二年に至りスネラス氏は石灰及苦土の混合物を以てベセマー製鋼爐の内面を裏附することを工夫し次て一千八百七十五年に至りグルンナー氏は苦灰石を熔燒して之に粘土を混入したるものを用ひたりしが何れも實用に適するに至らざりし是時に當り之か解決を與ふるの使命を帯び來れる一偉才あり之を英國人シドネー・トーマス氏とす

氏は先づ極て綿密なる注意を以て學理上各方面より本問題を攻究せし結果終に左の結論に到達せり

ベセマー爐内に於て除燐の目的を遂ぐる能はさるは主として其鋼滓の酸性（硅石質なるに因るが故に苟も本目的を達せんとせば是非共鋼滓をして其反對性即ち鹽基性ならしめざるべからず而して轉爐内に於て鹽基性鎔滓の成

生及存在を確實ならしむるには轉爐裏積をして中性若くは鹽基性ならしむることの必要あること

是に於て氏は從弟パーシー、ギルクリスト氏と共に此指針に従ひ百方苦心研鑽漸く燒石灰又は燒苦灰に硫酸ソーダ、粘土等を混じたるものを用ゆるときは充分除燐の目的を遂げ得ることを發見せり

兩氏が始めて試験用に供せし爐は一回僅に八封度の鎔銑を容るるに過ぎざりしが逐次其容量を大にし同時に裏附に用ゆる耐火物の改良に努め一千八百七十七年十一月に至り遂に細粉せし燒苦灰に少量の粘土を混じ更に之を燒て煉瓦となすの方法に付て始めて專賣權を得たり然れども此煉瓦たるや煉瓦窯内の高熱に遭へば歪みと收縮甚しく到底實用に供する能はざりし是に於て更に純粹なる苦土を以て此缺點を補はん事を企てしも價格の點に於て之れ又放棄するの已むなきに至れり

最後に苦灰石を高熱にて燒き充分收縮せしめ細粉し無水コールドターを以て練り合せ煉瓦型に打ち込み更に之れを低熱に曝し徐々に硬化せしむるの方法

を案出し漸く完全なる苦灰煉瓦を製出することを得たり今日の鹽基性ベセマー爐に用ひらるる裏積材料も全く之と同質のものなれども唯だ煉瓦形となさずして直ちに爐の内面に裏附するの差あるのみ之を要するに鹽基性ベセマー法發見の歴史はベセマー爐裏附材料の攻究史にしてトーマス法の名はベセマー法と並び稱せらるるも實はベセマー法一派に過ぎざるなり

第一節 轉爐の一般説明及附屬設備

一 轉爐 コンバーター 轉爐とはベセマー式製鋼爐の名稱にして其の内面は強き耐火物を以て裏附せられ爐の底部若くは底部に近き側面に羽口ありて送風機より來る高壓空氣は之より爐内に侵入し得るの裝置を備ふるものなり而して鎔鑪鎔銑爐若くは混銑爐より主に取鍋にて運搬せらるる鎔銑は爐の稍や上部に位せる裝入口より爐内に注入せられ羽口より侵入し來る空氣の酸化作用を受け暫時にして鋼に變性するものなり此轉爐製鋼作業を吹製作業と云ふ

ベセマー氏が一千八百五十六年セントパンクラスに於て始めて築造せし爐は

轉爐と云ふよりも寧ろ鎔銑爐に近き形狀を具へ(第八圖參照)固定せる基礎の上に建ち爐の側面に羽口ありて空氣を吹込むの計畫なりしが此方法にては空氣は爐内の壁際を上昇するのみにして鎔銑の中心に達せず從て爐壁の内面を侵蝕せらるること夥しかりし是に於て更に爐の底部に數箇の羽口を有するものを設計せり(第九圖參照)第十圖は其の稍や進歩せるものにして爐體はウォームホイール装置にて自由に回轉することを得同時に爐の内徑増大せられ水平の位置に回轉せられたるときは爐底羽口は鎔鐵の表面上に出て何時にても送風を中止し得るの構造となれり

第十一圖は轉爐が今日普通に用ゐらるる形狀を具ふるに至りし最初のものにしてベセマー氏が「シエフィールド」に於る氏の工場に於て建造せしものなり

近時の轉爐は其の形狀德利形にして外皮は鐵板より成り其の内面には強き耐火物の裏積あり而して鐵皮の外面胴部には強き胴輪を具へ此胴輪の左右に取附られたる二本の軸ありて軸受に支へられ自由に前後に回轉せらるるものなり

此軸の一方は中空管にして其一端は送風管に他端は彎曲管によりて爐底下の風箱に接續するが故に高壓風は送風管より中空軸及曲管を通じて風箱に入り更に爐底羽口より爐内に突入することを得るものなり

往時の轉爐は外皮全部全く一體なりしが近時のものは大底頭部、胴部、底部の三部より成りポールのとナットを以て互に相連結せられ必要により隨時相分離することを得るものなり而して底部の中央爐底と稱する部分は胴部、頭部等に比し甚だ侵蝕せられ易くして製鋼作業の間其の取換を要すること屢なるを以て容易く取離し得る構造となせり之れ蓋し吹製作業を促進する上に於て最も肝要なる改良なりとす

底部には徑約六耗乃至十耗の多數の羽口、數箇の羽口を有する羽口煉瓦を挿入するか若くば爐底に直接羽口を穿つありて高壓衝風が底下の風箱より爐内に上昇するの通路となる

羽口は最も侵蝕され易きものなるが故に作業の間に絶へず之に注意し必要によりては取換をなすの要あり此等の目的を遂ぐる爲め底部風箱の下椽には

多數のピン及楔を具へ底飯の取付取外しを容易ならしむ而して底飯と箱枠との間には充分のパッキングを挟みて漏風を防ぐ

頭部には鎔銑の装入及び鎔鋼の排出に供する孔口あり此孔口的位置によりて轉爐に同心式若くは偏心式の二名あり同心式とは孔口の中心が胴部の中心と一致するもの偏心式とは孔口的位置が一方に偏し壁の一邊が直線をなせるものにして其形狀第十二圖に示すが如し

第十三圖は直立せる轉爐と軸及送風管等の断面圖にして將に底部を爐胴に取附けんとするの位置を示す即ち底部は其直下にある水壓押上機によりて胴部下端に密接する迄押上られピン及コッターを以て充分に取附けらるるなり

二、轉爐回轉裝置附操縱臺 轉爐は其左右の強き軸を中心線として少くとも百八十度の回轉をなさんが爲に回轉裝置を備ふ此裝置は軸の一方(中空ならざる方)に取附けられたる齒車と別に水壓ラムの一端に附着する齒棒との聯動より成り水壓力により回轉せらるるものなり水壓圓筒及ラムの位置は直立なる物と水平なるものとあり吾轉爐工場の回轉裝置は前者(第十四圖參照)にして第十

五圖に示せるものは後者なりとす

此等の機械裝置は轉爐吹製作業中爐口より噴出する鎔鋼及鋼滓等の飛沫の害を避んが爲通常薄鐵板を以て充分に被覆せらる

轉爐の操縱に便ならんが爲に轉爐より少許を隔りたる適當の場所に稍や高き運轉臺を設け運轉手は此臺上にありて轉爐の狀況と吹製者の合圖とを注視しつゝ適宜に瓣の開閉をなし自由に轉爐の操縱をなす此の運轉臺を名けて操縱臺と云ふ

鎔銑装入をなさんとするときは先づ轉爐を第十五圖點線に示すが如き位置に回轉せしめ次に流入樋を爐口に架し鎔銑鍋を傾注すれば鎔銑は樋を傳ふて爐内に流入す鎔銑の量は其全部爐内に入りたる時決して爐底羽口に達せざるを度とす是に於て送風を始むると同時に徐々に爐を直立の位置に回轉せしむ但し羽口は衝風の壓力により僅に鎔銑の侵入を免るるものなるが故に衝風の壓力は是非共鎔銑の壓力に優るを緊要とす

三、衝風 轉爐製鋼作業に必要な空氣の量は銑鐵の成分、送風の仕方其他種

々の故障を生ずるの憂あるが故に通例風筒の周壁を二重にし其間隙に冷水を循環せしむ

吾轉爐送風機は新舊共に平臥双筒式にして風筒徑一、五〇〇耗一分間吸風量四〇〇立米壓力二、二匹平糲なり

近年の送風機は風筒徑一、四五〇—一、五〇〇を通例とし更に大なるものは一、八〇〇耗に達するものあり又爐底羽口の總面積は二十噸轉爐にて凡そ〇、〇七二平方米位なりとす而して一定せる成分の銑鐵を吹製するに當り製鋼時間の長短は送入空氣の量に正比例するものとす

四、鏡銑爐 鏡銑爐は専ら鋼に加入せしむべきフェロマンガン滿俺銑若くはスピゲルアイゼン鏡銑の銑解を目的とする小銑銑爐にして轉爐の附近便宜の場所に設置せらるるものとす轉爐製鋼に方り追加すべき鏡銑を特に銑解せしむるの必要に付ては後章操業法の部に於て更に詳述すべし

五轉爐工場にても嘗て鏡銑爐を使用せしも今日にては鏡銑に代るに石炭煉瓦を以てし能く鏡銑追加の目的を達しつゝあるが故に今や其必要なに至れ

り

五、工場の配置 轉爐工場の如き繁劇なる作業をなす工場にありては其内部諸装置の配置には最も意を用ゐる場内種々雜多の仕事をなすに方り苟も相抵觸することなく勞力と時間とを費す事最も少く而も機械の損傷をして成るべく少からしむる様適當なる配置と幅員とを有するを肝要とす

古きベセマー工場にては中央に深き圓形若くは半圓形の鑄孔(鋼塊を鑄造する孔にして第五章に説明すべし)ありて其對線上に相對する二基の轉爐を設け(第十六圖參照)鑄孔の中心を軸として回轉する一基の鑄鍋起重機ありて鑄鋼作業を辨じ別に鑄孔の附近に二基若くは三基の廻旋起重機ありて鑄型及鋼塊を處理せしむ而て銑銑爐及鏡銑爐共に轉爐附近一段高き床上にありて銑銑は爐の出銑口より樋を通じて直に轉爐内に入るか第十七圖參照若くは一旦銑銑運搬鍋に入り秤量器を経て轉爐に注入せらるる様配置せらるるを通例とす

此種の轉爐工場は英國に於て嘗て廣く用ゐられ其當時にありては作業上充分の便益ありと認められしも年を逐ふて製産額の増加するに従ひ鑄型鋼塊、鑄

鍋等の取扱上次第に工場の狹隘を感じ銑銑爐及鑄孔等よりする劇しき放熱のため到底長時間の勞働に耐へざるものと認めらるるに至れり

此困難を除かんが爲には第一に轉爐と鑄孔との中間に於て相當の空地を得るを必要とするが故に先づ轉爐を一行に並べ深き鑄孔を改て淺きものとし更に轉爐と中心起重機鑄孔中心を軸とする鑄鍋起重機との間に別に一基の起重機を配して鑄鍋の中繼をなさしめ漸く其目的を達することを得たり

第十八圖は英米に於けるベセマー工場の配置を示す但し最新式轉爐工場に於ては全然鑄孔を設けざるもの多しとす三基以上の轉爐を設置する場合に於て獨逸國にて最初に計畫せしトーマス工場の配置は全く前記のものと異り平面圖第十九圖に示す如く轉爐及鑄孔共一行に配せられ其前面に並行する鐵道線路上を走る可動鑄鍋起重機ありて爐と鑄孔との連絡を保つ斯の如き配置法によるときは轉爐並に鑄型の數共に制限せらるることなきの便あり吾轉爐工場は大體に於て此形式に屬するものにして唯だ鑄鍋を受くるに電動架空起重機を用る鑄孔の代に鑄型臺車(第五章)を用ゆるの差あるのみ

六、ベセマー法トーマス法の區別　ベセマー、トーマスの兩法共に其根本に於てはヘンリー、ベセマー氏が始て發表せし彼の燃料を用ゐずして可鍛鐵の製法と題せし大發明内に屬すべきものにして其機械的裝置及轉爐の形狀等殆ど何の區別をも見出すこと能はざるものなり蓋しベセマーは専ら酸性耐火物を以て爐の内面を築造せしものにして其缺點とする所は銑鐵中の磷分を除去すること不可能なるにありトーマス氏が此短所を補はんが爲に酸性耐火物に代ゆるに鹽基性耐火物を以てし漸く其目的を達するに至りしもの即ちトーマス法なり畢竟するに此兩法は酸性鹽基性法の區別に過ぎざるものなり

第二節　ベセマー製鋼法(酸性)

一、ファイチース、ライニング 爐内裏積　轉爐外皮の内側を裏積するに左の二法あり い、煉瓦積法

此法は硅石煉瓦を以て鐵皮の内側を裏積するものにして煉瓦の繼目則ち目地には極て薄き硅石モルターを用ゆるを要す然らざれば銑鐵

は容易く巨地の部分より浸蝕して爐體を破損するの憂あり従て煉瓦の形状は外皮の形状に相當する種々なる異形を用ゆるの必要あり
ろ、スタンプ法

此法は硅石質耐火物に少量の粘土水分を與へて充分好く固まるを度とすを混し更に適度の水分を加へて充分に練り合せたるものを以て鐵皮の内側に裏附するものなり

右二法の内一般に行はるものは第二法にして第一法を應用する所は甚だ稀なり特に爐底に至りては必ずスタンプ法を用ゆるものと謂ふも可なり

裏積をなさんとするときは最初先づ鐵皮の内底部のみを取り外し頭部胴部の一體を倒にすること第二十圖の如くし頭部爐口を木板若くば鐵板を以て閉鎖し以て裏積の土臺たらしむ而して煉瓦積の場合に於ては此土臺板より煉瓦を積み上るのみに過ぎざれどもスタンプの場合に於ては先づ此底板の上に二三段の煉瓦積をなし次に木板若くば鐵板製にて轉爐外皮の形状に相當する心型を挿入すること第二十圖の如くし外皮と心型との間の空隙を硅石質耐火物

(ガニスターの如きもの)を以て搗き固むるものなり此心型は裏積完成の後取外しを容易ならしむる爲め楔形分片の組合より成を普通とす

第二十圖及び第二十一圖はスタンプの方法及び楔形分片より成る心型の形状を示す最初爐口周圍二三段の煉瓦積を終れば心型の第一片 B_1 をボルトを以て底板に取附け B_1 と外皮との間の空隙をスタンプして B_1 型の上端に達せしめ更に第二片 B_2 を B_1 の上部に取附けスタンプを繼續すべし次第に斯の如くして全部のスタンプを完成するものとす何れの法にても裏積完成の後は爐口を上向に直立の位置に復さしめ別に準備せる底部を取附け爐口より燃料を爐内に投入し適宜之を點火し爐底口より徐々に送風して充分なる乾燥をなすべし

二、爐底^{スタンプ} 轉爐の底部は左の二部分より成る

い、中央部分即ち爐底

羽口板に十餘本の羽口煉瓦を植へ其間隙を硅石質耐火物にて堅くスタンプせるもの

ろ、周圍部分即ち底壁俗にアサガホ

轉爐外皮の下部を硅石質耐火物にてスタンプするか若くは硅石煉瓦にて積上たるもの

第二十二圖bは爐底 h は底壁なり第二十三圖は羽口煉瓦の平面及断面圖を示す羽口煉瓦は普通の耐火煉瓦と同様の方法にて現出せらるるものなれども其原料たるべき耐火粘土は極めて優良なるものたるべし

羽口鉸は鑄鐵製にして徑一五〇耗乃至二〇〇耗の羽口煉瓦孔十二乃至二十箇を有す此羽口煉瓦孔の形は羽口煉瓦の太き一端の周圍の傾斜に適合するが故に煉瓦は是非共鉸の一方より箆め込まれ其太き一端の面が鉸面と平均するに至りて止るものとす而して煉瓦の抜け落るの危険を防がんが爲簡單なる装置によりて煉瓦押へを施すことあり

第二十四圖は羽口鉸に羽口煉瓦を取付け煉瓦止めを施したるものを裏面より見たるものなり

爐底を築造する方法は先づ羽口を植へたる羽口鉸の周圍に此鐵鉸製の枠

を施し第二十五圖參照以てスタンプの障壁たらしめ羽口煉瓦間の空所を硅石質耐火物を以て固く搗き堅めて煉瓦の上端と併行するに至らしめ次に乾燥爐内に於て徐々に乾燥するものなり

爐底は轉爐裏積中最も侵蝕され易き部分にして些細の缺點あるも其命數に影響すること甚しきものあるが故に其築造に際してはスタンプ及乾燥共に極めて綿密なる注意を要すべし英國のパイロ製造所に於ては爐底をスタンプするに乾燥せるカニスターにコイルターを混じて練り合せたるものを用ゐる成績を示せりと云ふ此方法によるときは乾燥爐内に於て充分乾燥せる後更に赤熱に達する迄焼き附るものにして一層細心なる注意を要すべし

轉爐の爐底取換を要する時期に達するときは其直下にある水壓機によりて底部を爐底車上に移し爐底入れ替へ場に送りて其中央部分を分離せしめ兼て乾燥爐内に於て充分乾燥せられたる新爐底を挿入すること二十六及二十七圖に示す所の如くすべし二十七圖中 h に印を施せる空隙は硅石質耐火物を以て充分に搗き固むべし此取付作業に於て羽口鉸と風箱との接觸部即ち圖中c印

を附せる部分には充分なる填料を施し衝風をして此の部分より侵入せしめざる様充分注意を加ふべし然らざれば高壓の空氣は此間隙より侵入してa部分に充塞せる耐火物を吹き抜くの恐あり

爐底並に羽口鉞の重量を支ふるが爲に風箱周圍の内面に數箇所の凹入部ありて別に頑丈なる鐵片の一半を茲に挿入し他の一半を風箱の内部に突出せしめ更に此鐵片と羽口鉞との間に楔を打込むか第二十八圖若くは押螺子を以て固く止むること第二十七圖の如くす

以上記述せる方法の外羽口煉瓦を植たる羽口鉞を直に底壁の中央に取附け羽口煉瓦と周壁との間の空所をスタンプして底部全體を一體とし乾燥爐に送るの仕方なす所もあり斯の如くして轉爐の底部は常に拾數箇づ、乾燥準備せらるるが故に吹製作業中何時にても爐底の使用する能はざるを認むるときは速に之を取外し新らしき底部を取附け吹製作業を繼續するを得るものなり底部の取附取外しを容易ならしむるが爲轉爐毎に其直下に水壓機を備ふ此水壓ラムの上端には方形の平鉞を具へ底部運搬車の出入を自在ならしむ而し

て何時にても底部の取換を要するときは先づ運搬車を此平鉞上に送り水壓力により之を押揚げ轉爐下端に接着せしめ次に底部を爐胴より分離すれば底部は爐胴を離れ車上に轉載せらるべし是に於て水壓ラムを舊位置に降下せしめ運搬車を牽き出し爐底修理所に送附す而して別に車上に準備せる新底部を水壓機上に送り硅石モルターを其周圍の上線pp(二六圖)に布きて水壓ラムによりて強く胴部に押附け楔を以て占め附け乾燥後吹製作業を繼續するものとす

三、裏附材料 轉爐裏積の命數は其材料の成分、製出鋼の性質、風壓及吹製作業の速度等に關係あるもスタンプ裏積の場合に於て平均六〇〇乃至八〇〇回なりとす

左に優良なるガニスターの標準分析表を示さん

硅	石	九二、〇五%	九四、六〇%	九五、二〇%
礬	七	二、七〇%	一、四〇%	〇、五九%
酸化鐵		一、八五%	〇、九〇%	〇、七四%
石	灰	〇、六〇%	〇、四八%	〇、四〇%
苦	土	〇、二〇%	〇、一六%	〇、一六%

アルカリ	〇、二〇%	〇、一四%	〇、一八%
水	二、〇〇%	二、六〇%	二、七〇%
計	九、六〇	一〇〇、二八	九、九七

上等のガニスターを得がたき所にありては、矽石若くは矽石煉瓦を細粉して其五割乃至七割を耐火砂に混し更に少量の粘土を加へて水にて練りの合せたるものを用ゐて能く好結果を奏す

轉爐裏積は場合により鋼滓及鎔鐵の爲に甚しく侵蝕せらるることあり又之と正反對に鋼滓附着のために爐内の容積を狭めらるることあり此堆積物の成生を豫防するには吹製中少許の石灰を加へて鋼滓の成分を變化せしめ同時に其流動性を増さしむるを可とす他の方法は高熱の鎔銑即ち矽素分高き鎔銑を使用して爐内に非常に高熱を起さしめ鋼滓の流動性を増さしむるにあり時としては裝入量を増し吹製作業を迅速なさしめ以て此堆積物を除くことあり以上の諸法にて目的を達せざるときは骸炭を爐内局部に投入して之に送風すれば非常の高熱を起して奏功するを通例とす之れ等の諸方法悉く無効なりとせ

ば最後の方法としては一旦冷却して其局部を破碎し去るの外策なしとす

裏積の侵蝕せられたるときは通例ガニスター若くは矽石質耐火物の粘土と練り合せあるものを爐口より局部に投げ附け更に棒を以て突め固めて修繕を加ふ然れども場合によりては一旦放冷して爐内に入り修繕を加ふるの必要あることあり

四、爐内に於る化學的變化 酸性轉爐内に起る化學的變化の状態は通例三期に別つことを得べし

- 一 鋼滓分離期
- 二 沸騰期
- 三 仕上期

第一期に於ては滿俺矽素の大部分酸化せられ同時に幾分酸化せられたる酸化鐵と結合して重矽酸滿俺鐵鋼滓となる普通此時期に於ては矽素の大部分除去せられたる後に非れば炭素の酸化著しからず(第廿九圖曲線圖參照其幾分酸化せられたものは大底炭酸瓦斯となりて離散す此時期の始に於ては爐口より

薄き青色の火炎を吹き出し熱度の高まるに従ひ漸次黄色の強き火炎に變し五六分の後には硅素の大部分の酸化によりて爐内の熱度上昇し爲に鎔鐵の流動性を増し炭素は盛に酸化せらるるに至る之を第二期の初とす

第二期を通じて硅素滿俺の酸化は繼續せられ之と同時に炭素の大部分は重に一酸化炭素瓦斯となりて逃

ノセマー鋼滓の成分

	28分	35分	38分	鏡鉄加入
硅 酸 SiO ₂	46.78	51.75	47.76	47.25
磷 土 Al ₂ O ₃	4.56	2.98	2.40	3.45
一酸化鐵 FeO	6.78	5.50	16.86	15.43
一酸化滿俺 MnO	37.00	37.90	32.23	31.39
石灰及苦土:CaO+MgO	4.51	2.11	1.71	1.84

純鐵成分は炭素3.99%、硅素1.98%、滿俺3.46%のものにしてノメルゲ製鐵所の實例なり

鋼粒滓鐵等を盛に噴出し熱の上昇を促すと同時に鎔鉄の流動性を増す等の諸現象は悉く炭素の酸化して一酸化炭素となりて逃散するに原因するものなり此時機に於て爐口より噴出する瓦斯中には少許の水素瓦斯を含有す此水素瓦

斯は空氣中の水蒸氣の分解せられたるものなり

第三期に於ては猶ほ殘存せる少量の硅素及炭素の殘部(重にO)に酸化せられ同時に少許の鐵も亦酸化せらるるは上記鋼滓分析表に於て示すが如し表中沸

ノセマー吹製作業中噴出瓦斯の成分

	吹製作業の始より分時				
	2	4	6	10	12
炭酸瓦斯 CO ₂	10.71	8.59	8.20	3.58	2.30
酸素 O	0.92	0	0	0
一酸化炭素 CO	0	3.95	4.52	19.59	29.30
水素 H	88.57				
窒素 N	81.55				
	100	101	101	100	100

騰期の終りより鏡鉄の加入に至るの間に於て酸化鐵量の劇増するを見るべし

亞米利加の如き硅素量少き鉄鐵を用ゆる場合に於ては鎔鉄の熱度は比較的低きが故に鐵の酸化せらるること著しからず時としては鎔滓中酸化鐵

を見出すこと能はざることあり

第二期の終りに於て爐口より進出する火炎は遽に縮少し遂に火炎の消滅によりて脱炭作用の終局即ち吹製作業の完了せるを知ることを得是に於て爐を水

平位置に回轉せしめ直に送風を止むべし

附圖瓦斯分析表及曲線圖によりて吹製中に起る反應状態を知ることを得べし

第二期第三期を通じて鐵及滿俺の幾分蒸發せらるる特に第三期に於ては是等の金屬蒸氣は大氣中に散出し一酸化炭素と共に燃燒して褐色の煙氣を生ず此煙氣の主成分の一例を示せば左の如し

FeO 16.29

MnO 48.23

SiO₂ 34.86

即ち轉爐に於て硅酸若くは硅酸化合物又は硅素の一部蒸發せるを推察するに足る鐵及滿俺の酸化物は多くは酸化物として機械的に噴出せられたるものなるべきも其一部は之等金屬蒸氣の酸化せられたるものなるは疑を容れざるなり

轉爐内に於る化學的變化の狀況は其熱度及裏積材料に關係するものなり蓋し熱の上昇するに従ひ酸素に對する炭素の親和力は硅素滿俺燐等の其に比し著しく増進するものなるが故に爐内熱度甚だ高き時は硅素滿俺等は炭素の大

部分酸化し去られたる後に至るも猶鐵中に殘留す之に反して熱度比較的高からざるときは硅素滿俺等は炭素に先て酸化せらるる燐は轉爐内の熱度に於ては通例炭素の大部分分離したる後に非れば酸化せられざるものとす

左に二三の實例を擧て銻銑の成分及び熱度と化學的變化との關係を示さん
第一例 熱度低くして硅素分高く滿俺分低き銻銑の場合

炭素	鐵		燐	
	六分	十二分	十八分	二十分
3.57	3.94	1.64	0.19	0.73
2.26	0.95	0.47	—	—
0.04	痕跡	痕跡	痕跡	0.54
0.107	0.098	0.098	0.099	0.090
0.073	0.070	0.070	0.070	0.056

爐内に於ける化學的變化の狀態は左記分析表及曲線圖第三十一圖に示す所の如く最初の内は硅素及び滿俺のみ酸化せられ炭素は全く酸化せられず五六分の後爐内の熱度著しく上昇するに及んで炭素は速

に酸化を始め吹製作業の終に至る迄引繼ぎ酸化せらるる表中最初六分迄は炭素量反て増加する如く見ゆるは銻銑中の硅素滿俺及び鐵分の一部酸化

せられ銻鐵の總重量の減少するが爲に炭素量の比較的増加するの結果を見るものなり

第二例 熱度低くして硅素及滿俺分共に高き銻銑の場合

此場合に於ては銻銑加入の後に硅素量の増加せるは特に注意すべきこと

第二例に對する吹製作業中銻銑變化の狀態

銻鐵	吹製作業中			銻銑加入前	銻銑加入後
	炭素	硅素	滿俺		
炭素	3.03	3.17	3.19	1.61	0.19
硅素	2.41	1.26	0.27	0.03	0.01
滿俺	0.45	0.70	0.19	0.12	0.06
黃鐵	0.024	0.010	0.007	0.013	0.03
磷	0.130	0.140	0.135	0.130	0.140

に屬す蓋し爐内の熱度著しく上昇せる場合に於ては滿俺は能く鋼滓若くは裏積中より硅素を還元するの能力あるに原因す炭素量の餘り増加せざる同様の理由により銻銑中に存在する酸素の

ために酸化し去られたるによるものなり

何れの場合に於ても銻銑中の硅素は吹製作業中充分酸化せられたるものと云ふべし之に反して銻銑の熱度高きか若くは急劇なる吹製作業の爲熱度急進し炭素の燃焼を促進せしむる等の場合に於ては〇三%若くは更に多量の硅素

を残留することあり

第三例 熱度高くして硅素分稍や低く滿俺分高き銻銑の場合

第三例に對する吹製作業中銻銑變化の狀態

銻鐵	吹製作業中			銻銑加入後
	3分	10分	18分	四十秒吹製
炭素	3.46	2.71	1.63	0.092
硅素	1.93	1.07	0.79	0.532
滿俺	2.99	1.92	1.36	0.538

銻銑加入後四十秒間の吹製を繼續せしむるに拘らず硅素滿俺等の残留すること猶高く獨り炭素のみ甚しく減少せり

此場合に於ては銻銑の熱度高きが爲炭素は吹製の始より直に燃焼を始め急轉直下し硅素は徐々に酸化し去らるるの狀曲線圖第三十二圖に於て瞭然たり之を前二例の場合に比

し著しし差異あるを見るべし

第四例 熱度高くして硅素滿俺共に稍や低き銻銑の場合

此場合に於ては硅素滿俺共第三例のものより少なければども然も猶ほ炭素の充分脱出せる後に於て硅素及滿俺の鐵中に残留するを見る亦銻銑加入後吹製を繼續せざりしが故に硅素は加入せる滿俺の爲に鋼滓若くは爐の裏積より還元せらるること第二例に示す所の如し

第四例に對する吹製作業中銹銑變化の状態

銹銑	吹製開始後				銹銑加入後
	3分	6分	9分	11分	
炭素	3.87	2.98	1.75	0.30	0.42
硅素	1.48	0.88	0.75	0.63	0.34
滿掩	1.74	2.01	0.94	0.73	1.06

蓋し熱度の高きときは一は酸素に對する炭素の親和力旺盛なると一は裏積の銹銑せらるること夥く從て鋼滓の量増大せられ其含有鐵分を稀薄ならしむるを以てなり

銹銑の滿掩含有量高きときは滿掩の大部分先づ酸化せられて鋼滓に入り能く鐵の酸化を防ぐ

例 左に示す例により熱の高低と銹滓成分との關係とを知るべし

銹銑	銹銑加入前採取鋼滓試料		銹銑加入後採取鋼滓試料	
	高熱の場合	低熱の場合	高熱の場合	低熱の場合
SiO ₂	5.085	4.942	5.395	4.905

銹銑	土 Al ₂ O ₃	一酸化鐵 FeO	一酸化滿掩 MnO	石灰 CaO	土 MgO
高熱の場合	3.14	4.13	4.069	—	—
低熱の場合	1.40	9.59	3.823	—	—
加入後	2.01	5.54	3.514	2.32	—
鋼滓	2.30	6.55	4.027	—	—

五、熱の發生 鋼の銹銑點は銹鐵の銹銑點より高きこと攝氏二百度乃至三百度なるが故に吹製作業に於て銹銑を變して銹鋼となし而も充分の流動性を保たしめんには常に其熱度の降下を許さざるのみならず通例三百度以上の熱度の上昇を必要とす而して本作業に於ては外部より些の燃料を加ふる事なきが故に此燃料とすべきものは銹鐵の成分中に含有せらるるものの外なきなり

今銹鐵の主成分に就き其酸化より生ずる熱度を比較せんに
 鐵の 1%の酸化のために熱の上昇する度數は 攝氏二八度
 滿掩 1% " " 四六度
 炭素 1% " " 六度

硅素 一%

一九〇度

磷 一%

一二〇度

即ち酸性法に於ては硅素を以て最も重要な燃料として鹽基性法第二節に於ては磷を以て大切なる燃料とするを知るべし

右化學的成分の外に裝入量の多少及び吹製時間の長短は頗る重要な關係あり即ち裝入量多くして吹製時間短きときは熱の消失少く之に反するときは熱の消失多し而して吹製時間の長短は送風量に關係するものなるが故に銑鐵の成分に應じて適宜送風加減をなし以て銑鐵熱度を調整すべし換言すれば珪素分高き銑鐵なれば徐々に吹製し硅素分低きものは迅速なる吹製作業を要すべし

硅素分低く磷分高き銑鐵(鹽基性法の銑の場合に於ては更に一層急速なる吹製作業を要すべし何となれば轉爐内の高熱に於ては炭素の殆んど全部が酸化し去たる後にあらざれば脱磷行はれず而して炭素の減少は鋼の銑解點を高からしむるが故に成るべく急速なる吹製作業をなし以て熱の放散を防ぐに非ざ

れば低熱銑鋼を得るの恐あればなり

最後に吹製熱度は銑銑の熱度の高低に伴ふものなるが故に硅素分高き銑鐵の場合に於て銑銑の熱度高きは銑鋼の過熱を來すの憂あれども硅素分低き銑鐵の場合に於ては銑銑の熱度は成るべく高さを必要とす

六、吹製を終りたる銑鐵の脱酸及加炭法 吹製作業中高壓の空氣は盛に爐内の銑鐵層を貫通し且つ之を激動せしむるが故に酸素と銑鐵との接觸充分にして銑鐵は能く多量の酸素を吸収す特に銑鐵中の炭素分減少するに従ひ酸素を吸収すること愈々倍々甚し

鐵中に吸収せられたる酸素は鐵と化合して一酸化鐵(FeO)となり鐵の熱脆性を起すものなるが故に此酸化物を分解して鐵中より酸素を驅逐することは鐵冶金上最も重要なことに屬す此目的を遂げんがため通例滿俺を加ふ必要によりては硅素若くは少量のアルミニウムを加入することあり

炭素の含有量猶高き間に吹製を止むるときは銑鐵は酸素を吸収すること少きが故に滿俺の加入量少くして可なるも炭素分低下するに従ひ酸素の吸収せ

らるること多きが故に滿俺加入量は次第に増加せしむるを要す而して實驗上
鎔鐵が酸素を吸収するの量は〇・二五%を越えざるものにして此〇・二五%の酸
素と化合するに必要な滿俺量を計出せば〇・八六%なるべし然れども酸素含
有量〇・二五%に達せざるときは之と化合すべき滿俺所要額も亦少かるべきは
勿論なり

通例は適宜過剰の滿俺を加入して一は還元作用を促進せしめ一は其幾分を
鐵中に殘留せしめ硫黃の存在に原因する熱脆性を中和せしむ

滿俺の加入には滿俺銑及鏡銑を用ゆ然れども此兩銑を加ふること愈々多
れば鎔鐵の炭素含有量も益々増加するものなるが故に炭素の含有量極めて低
き極軟鋼を製出せんとする場合に於ては是非共極めて滿俺分高き滿俺銑を用
ゆることを要す若し又炭素の含有量割合に高き硬鋼を製出せんとするに方り
鎔銑中の炭素を一旦充分燃焼し去るの必要あるの場合に於ては滿俺分低き鏡
銑を併用するを要す(第一章第二節の一參照)

若し又脱炭せる鎔鋼に著しく滿俺を加入せしむることなくして炭素の多量

を加へんとする場合に於ては先づ滿俺銑を加へて鎔鐵中に含有せる一酸化鐵
を分解(酸素を取去ること)せしめ更に適宜の炭素を投入すれば炭素は速に鎔鋼
中に鎔解し去るべし之れ即ち西曆一千八百八十九年ダービー氏が始めて案出せ
し方法にして爾來ダービー加炭法として諸製鐵所に行はるる方法なり

加炭用炭素は諸製鐵所各々同じからず或は無煙炭の細粒を用ゆるもの或は
粉碎せる無煙炭に石灰乳を加へて煉瓦狀に固めたるもの(デュデリンゲン法)を
應用するもの或は骸炭粒又は黒鉛を用ゆるものあり何れの場合に於ても硫黃
分少きものを用ゆるを要す

吾平爐工場に於ては骸炭粒を用る轉爐工場に於ては無煙炭煉瓦を用ゆ而し
て加入炭素の内鎔鋼中に鎔解せられ加炭の目的を達するの量は鎔鐵の熱度酸
化の程度炭素の形狀等によりて必しも一定せざるが故に夫々實驗によりて定
むべきものなれども大體に於て黒鉛なれば含有炭素量の約八割無煙炭なれば
約七割骸炭なれば約五割位を普通とす

ダービー加炭法によりて節約せらるるものは鏡銑にして滿俺銑の加入は是

非共必要とす而して鏡銑は炭素と共に滿俺及多量の鐵分を伴ふものなるが故に鏡銑にて加炭する場合に於ては炭素加炭法の場合に比して略鏡銑の重量に相當する丈け餘分の産出あるは素より其所にして此事たるや此兩法の優劣比較に於ては必ず忘るべからざる要件なりとす

七、銑鐵 第一章第一節に於て記載せるベセマー銑鐵は英國及び歐洲大陸に於て用ひらるる銑鐵成分を示せるものにして硅素約二%を含有するを以て最も普通にして且つ作業上便利なるものとす然れども土地の狀況及作業の方法によりては夫々特種の銑鐵を用ゆることあり即ち左の如し

一、硅素分低く(一%以下)滿俺分高き(二、四%以上)もの………：瑞典國
 硅素分少けれども滿俺分高きが故に之兩元素の合併燃燒によりて適度の熱を發す

二、硅素分低く(一%以下)滿俺分低き(〇、五%以下)もの………：亞米利加
 兩元素共に低きが故に吹製作業を迅速(八、九分)にし同時に吹製回数を多くし熱の放散を防ぐ勿論此場合に於ては湯減りは少きの利あるも熱度下充

分の危険を免れず

三、硅素分高く(二、二、五%滿俺分低き(〇、七、五%以下)もの………：英國

珪素分高きが故に熱度の不足の憂なく代表的ベセマー銑と云ふべし

四、硅素分高く(二%以上)滿俺分高き(二%)もの………：吾工場自製のもの

吾工場の銑鐵は此種類に屬す湯減りの多きこと及び高熱の爲に流動性高き硅酸滿俺銑滓を生じ裏積を侵蝕するの缺點あり然れども滿俺分高きが爲に鐵の酸化を防ぎ且つ流れ易き鋼滓の爲に熱の上昇を助け爐内に附着物を作らざるの利あり

吾自製銑鐵は含有磷分大底〇、一%に近しベセマー銑として蓋し最高と云ふべし

八、操業法 爐内裏積完了の後其乾燥を終りたるときは(第二節の一爐内裏積の部参照)爐體を倒にして殘留せる骸炭及灰の全部を排出せしめ次に第三十三圖に示すが如く爐體を略ぼ水平の位置に置き別に銑銑運搬鍋にて運搬し來る銑銑を爐口より流入せしむ銑銑流入を終れば直に銑銑鍋を遠け徐々に送風を

始め送風壓力の充分なるを待て爐體を直立せしむ之を吹製作業の始なりとす
鎔銑の熱度餘り高からざる時は爐口より噴出する火炎は薄くして光力弱く
僅に帶黄色に見ゆ此時期に於ては未だ炭素の酸化著しからず重に燃燒せらる
るものは硅素滿俺の兩元素にして爐口より噴出する瓦斯は窒素瓦斯に少量の
酸素を混ざるものに過ず爐内鎔銑は底部より突入する送風の爲に盛に沸騰し
頻に轟音を發し同時に無數の火花を爐外に噴出す暫時にして炭素は燃燒を始
め爐口より噴出する火炎は青白色を帯び光輝ある圓錐形を成す若し又鎔銑の
熱度高くして硅素分餘り高からざる時は吹製の初期より炭素の燃燒を起し從
て炭素の燃燒に相當する現象を伴ふべし

暫くにして瓦斯の發生漸く激甚となり火炎は白色に輝き且つ長大となり吹
製の初期に聞きたる轟音は雷の如き音響となり〇〇の盛なる發生のため鋼滓及
鐵粒は烈しき瓦斯の迸出に伴ひ爐頂より噴出せらる此場合に於て鐵粒の噴出
餘り甚しきときは送風を加減して幾分鐵の損失を防ぐことを得べし

火炎が強烈となる頃より火炎の尖端より褐色の煙氣の立昇るを見る而して

鎔鐵中の炭素分の減少するに従ひ次第に其量を増す(其褐色煙の成分は本節第
四項参照)

鎔鐵中の炭素愈益減少するに従ひ炭素の燃燒不規則となり火炎は薄弱不定
となり褐色煙は反て其量を加へ全く火炎の尖端を包むに至り爐内の音響は再
び弱小となる

此時期に於る外觀は恰も吹製の初期に似たれども褐色煙の昇騰することと
火炎中に火花の絶無なることによりて容易に初期の現象と判明することを得べ
し

炭素の含有量稍や高き鋼を製出する場合に於ては硅素分餘り高からざる(硅
素百分一乃至一七五銑鐵を用ひて脱炭作用の中途即ち火炎の消滅せざる内送
風を中止するを通例とす而して送風を中止するの時期は鋼の炭素量によりて
異なるものなるが故に其正確を期せんが爲通例分光器スペクトロスコピを用ひて火炎の状態を
注視し以て脱炭の程度を判定す

老練なる鎔解者は單に火炎の外觀を見るのみにして稍や確實なる微證を認

むることを得れども分光器を用て炎を注視するときは一層精確にして頗る好結果を得るものとす

分光器應用の理は若し鎔銑の成分同様なるものなるときは吹製作業中爐口より迸出する火炎を注視するに當り分光器に映する分光は必ず一定せる模様を現出するに基因せり即ち一度分光の模様と鋼中の炭素量との關係を知得するときは以後分光の模様によりて脱炭程度を知ることを得るなり

吹製の初期に於て火炎の光力弱き間は通例薄き分光を見るのみなれども暫時にして其幅を増し明瞭となり分光上太き黄色線(ソデウム線)の現出するを見るべし黄色線の次には通例其左側に於て緑線更に其左に於て青線最後に黄線の右側に赤線を現すべし

次に此諸線は現出の順序と反對に順次消滅し遂に黄色線のみを残すに至るべし

以上略述せる如き分光上に現はるる諸線の明滅の有様及び其光彩の度合によりて鎔鐵中の炭素量及び熱度を推定するものとす

鎔銑の熱度低き場合、硅素分低き場合、轉爐の豫熱不十分なる場合若くは吹製時間の餘りに長びきたる場合に於ては屢々低熱状態を來すものなり斯る時は爐口より銑鐵の稍や大なる光花を噴出し送風の抵抗高まり分光の光彩淡き等の諸現象によりて容易に判定せらるるが故に通例フェロシリコンを投入して熱の増進を促すものとす之に反して鎔銑の熱度非常に高きか硅素分高きかの爲に高熱状態を來すときは炎は稍や青味を帯びて透明に見へ極めて徐々に消沈す且つ鎔銑の流動性高きが爲に爐内の聲音稍や弱く送風の抵抗少く分光の光彩鮮明なり此場合に於て鎔銑過熱の憂あるとき通例冷材として製品屑を投入す冷材の量は慎重の判断を要するものにして餘り多きに過ぎざるを以て安全とす

斯して吹製作業中豫定の脱炭程度に達したるものと認むるときは先づ試料を取りて其程度を判別するを通例とす其方法は先づ爐體を横へ送風を停め豫熱せる鐵棒を爐口より鎔鐵中に差し込み直に之を引出し鐵棒の先に附着し來る鋼滓鐵粒を含有すを水中に挿入して冷却し鐵槌を以て之を打落す時は其破

面の色によりて稍や脱炭の程度を知ることを得べし即ち炭素量低下するとき
は鋼滓中の鐵分増すが爲に黑色の粗鬆狀となり之に反して炭素量高きときは
鋼滓の鐵分少きが爲に其色は青色滿俺のためを呈すべし

今又此鋼滓を破碎して其内の鐵粒を選出し試に鐵槌を以て之を打展すとき
は其抵抗の度合によりて鐵中に含有する炭素の量を推定することを得べし即
ち炭素分低きものは容易に扁平に打展ばされ其周圍に裂疵を生ずることなき
も炭素分高きものは周圍に裂疵を生ずべしかくして此方法を練習するときは
充分正しき判斷を下すことを得べし

吾轉爐工場にて試験片採取の法は先づ爐體を横へ鐵製の杓を用ひて爐口よ
り鎔銑を汲み出し小型に鑄入し水にて冷却して鐵槌を以て切斷し其破面によ
りて判斷するなり

之等の試験を施したる後正に豫定の脱炭程度に達せしことを知るときは直
にフェロマンガン若くばフェロシリコン及びスピリゲルアイゼンを加入すべ
し其加入量は吹製の程度停風せるときの炭素量の多少製品の種類炭素分低き

と高きとにより及加入銑の滿俺含有量によりて異なるものにして必づしも一定
せずフェロマンガンは大底温めたるのみにて投入せらるるも鏡銑は通例其加
入量多きが爲鎔鋼の冷却する恐れあるが故に豫め鏡銑爐にて鎔解したるもの
若くは赤熱に熱したるものを加入すべし

吾轉爐工場にても目下デユデリンゲン加炭法(第二節第五)を實施せるが故に
全くスピリゲルアイゼンを用ひず滿俺銑加入後二三分間の間靜止せしめ其鎔
解混和を成るべく充分ならしめ然る後豫め準備せる鑄鍋に流出せしむ

鎔鋼の流出を終れば直に爐口より爐底の狀況を檢し羽口の取替を要するも
のある時は爐體を百八十度回轉せしめ底板を取外し更に百八十度回轉せしめ
爐口より長さ棒鐵を挿入し羽口煉瓦を衝撃して之を脱出せしめ更に百八十度
の回轉をなさしめ爐底外より羽口孔を掃除し新羽口煉瓦を挿入し底板を取附
復た百八十度回轉せしめ直に次の鎔銑装入をなすものとす斯くすること數十
回の後爐底の取替を要する時期に達するときは第二節第二に述べたる如くし
て其取替を了するものなり

九、製出歩合 吹製法に於る燒減りは銑鐵及製産物の成分、吹製の方法等によりて異なるものなり而して吹製中爐口より噴出せらるる鐵粒は勿論燒減量に計算せらるべきものなるが故に轉爐の容量比較的大なるものは小なるものよりも損失少きものなり

銑鐵は硅素、滿俺、炭素、磷等を含むること多きときは燒減は愈益々多し例令ば硅素一%滿俺〇、八%の銑鐵は硅素二、五%滿俺二%の銑鐵よりも減量少し若し銑鐵を鎔銑爐にて鎔解して用ゆる時は鎔銑爐内の燒減り(三%—六%)丈け減量を増加すべし又吹製時間長きときは燒減り從て多し

ベセマー法の燒減りは平均十二%即ち産出總量八十八%を普通とすれども前述の如き種々なる理由によりて燒減り十六%に達することあり若し又鎔銑を鎔鑛爐より直に轉爐に受るものとせば燒減は前記數字より約二%を減ずべし

一〇、生産物 最初ベセマー法の發見せらるるや其生産鋼を以て高價なる坩堝鋼に代らしめんと希望を抱きしも此目的は遂に達せられず工具用鋼の如

き硬度高く脆性少きものは今日猶坩堝鋼を用ひ大形なる發條其他の物體には炭素含有量〇、五%若くは更に炭素分高きベセマー鋼を用ゆることなきに非ざれども其用途の最も多きは炭素含有量〇、一%乃至〇、三五%前後のもの即ち極軟鋼より半硬鋼の間のものなりとす特に軌條類に至りては大底ベセマー鋼にして地球上此方面に於る無限の需用は今日尙ベセマー法の製産力に依頼せざる能はざるものなり

鋼滓 スラック ベセマー鋼滓の成分は略ぼ左記の範圍にあるものなり

硅 酸 四五%乃至六〇%

一酸化滿俺 一〇%乃至四五%

一酸化鐵 三五%乃至五%

其他礬土、石灰、苦土等は鎔鑛爐若しくは鎔銑爐の鋼滓より入り來るか又は吹製作業中加入せる石灰石より入り來るものなり

鋼滓の含有する滿俺分極めて高きときは鎔鑛爐に装入して其滿俺を回收することあるも其他に於ては今日未だ利用すべき道なきものなり

第三節 トーマス製鋼法(鹽基性)

一、爐内裏積 鹽基性轉爐の裏積には燒苦灰石を碎粉して無水コールドターを以て練り合せたるものを用ゆ而して其方法は酸性の場合と同様(イ)煉瓦積法(ロ)スタンプ法の二あり

(イ)煉瓦積法 鹽基性轉爐法施行の初期に於ては燒苦灰石を一旦煉瓦とし以て轉爐の裏積に使用せり其方法は第三十四圖に示すが如き鐵製煉瓦型内にター苦灰(コールドター)を以て練り合せたる燒苦灰石を詰め赤熱せる鐵製スタンプを以て堅く之を搗き固め轉爐外皮の内面の形狀に相當する種々なる異形のものたらしむ此の煉瓦の大きさは通例 $12\frac{1}{2} \times 6\frac{1}{2} \times 6\frac{1}{2}$ 位にして型諸共に煉瓦窠内に入れ比較的低温にて燒き固め更に室内に於て徐々に冷却せしむ是に於て鐵型を外し直に轉爐の裏積に使用せり然れども此方法は今日にては殆ど用ひられず今日普通の方法はター苦灰煉瓦を其儘熱に曝さず之を生煉瓦と呼ぶにて

裏積に使用するの法なりター苦灰を固むるには人力に依らず水壓機を用ゆること多し

裏積煉瓦と外皮間の空隙は燒苦灰を以て堅く搗き固むべし生煉瓦は燒煉瓦に比して優ることなしとするも實用上殆ど同様にして煉瓦積を終りたる後徐々に之を熱するときは煉瓦は互に相密着し全く一體となるものなり

最初設計せし壓搾機は一平方吋には三千封度の壓力を出すものなりしが其後五百封度のものを用て煉瓦を製造せしも殆ど同様の好結果を得たり(ロ)スタンプ法 此法は酸性轉爐スタンプ法と全く同様の方法を以て心型と外皮との間の空隙を搗き固むるものにして鹽基性裏附の方法としては最も良好の結果を得るものなり

二、爐底 鹽基性轉爐の底部は酸性轉爐のものと同様朝顔及爐底の二部より成る其重なる相違は酸性耐火物の代に鹽基性耐火物を用ゆるにあり爐底は酸性の場合の如く羽口飯に羽口煉瓦を植へ其周圍をター苦灰を以てスタンプせ

るものを用ゆることあるも多くはスタンプせるター苦灰に直接羽口孔を穿ち特に羽口煉瓦を挿入せざるを通例とす其方法は先づ第三十五圖に示せるが如き鑄鐵製羽口板に羽口孔の徑に相當する多數の鐵針を爐底の厚さより約一〇〇耗長さもの植へ次に鐵板製棒を以て羽口板の周圍を圍ひ更に此多數の針と鐵棒との間の空隙をター苦灰を以て搗き固め豫定の高さに至りて止むものとす此スタンプ中鐵針の周邊を堅く搗き固むるかため圖に示せるが如き特種の搗き棒を用ゆ

スタンプを終れば爐底の全體を吊り上げ鐵針を抜き去るべし但し此鐵針は根元より上端に向ひ稍や細まれるが故に其突出せる上端を一々打撃すれば容易く爐底より抜け去るべし是に於て鐵棒を施せる儘爐底車に載せ燒窯に送り徐々に乾燥し一定の熱度に達する迄次第に熱度を高め以てスタンプせるター苦灰の固結を充分ならしめ次に爐底使用順番の來る迄窯内に於て極く徐々に冷却せしむべし若し爐底熱度猶ほ高き間に窯外に出すときは冷却に際し大氣中より水分を吸收するの憂あり特に雨天に際しては更に一層の注意を要するものなり

獨乙國にて近來施行する方法は先づ爐底全部をスタンプし次に鐵針を以て羽口孔を穿ちて直に之を抜き去り更に木製の棒を孔内に挿入し鐵棒を施せる儘燒窯に送りて一定の熱度に達せしめ羽口孔内の木棒を燃焼し去らしめ同時に爐底を充分に燒き固むるの仕方を普通とす

爐底の厚さは大底四百耗乃至五百耗にして羽口孔の數及び徑等の關係は諸工場相同じからず

鹽基性轉爐の底部を築造するの法は酸性の場合と全く同様なり即ち先づ爐底燒窯内より最も冷却せし爐底を取り出し鐵棒を外し別に準備せる朝顔の中央に嵌入すること第二十六圖の如くし次に此兩者の空隙をター苦灰にて充分に搗き固め周壁の上縁にター苦灰を布き水壓機を以て之を押し揚げ以て爐胴の下端に密着せしめ楔を以て堅く兩者を結合すること酸性法の場合の如くすべし

三、裏附材料 鹽基性轉爐裏附材料としては普通に苦灰石の燒き占めたるも

のを用ゆ其石の成分及び焼占の方法の良否は直に裏附の生命に關す苦灰石の成分は硅酸二%以上を含まざることを要す左に苦灰石及焼成苦灰石の稍や標準とすべきものの成分を示す

苦 灰 石

英國ホライ トヘン産	0.30 1.10	酸化鐵 及礬土	1.19 1.14	石 灰	33.90 31.42	苦 土	19.02 20.00	炭 灰	46.50 46.20
豐 前 産	0.28		0.42	32.90		20.28	45.04		

燒 苦 灰 石

英國ホライ トヘン産	1.40	酸化鐵 及礬土	3.15	石 灰	57.30	苦 土	37.38	炭 灰	0.60
豐 前 産	4.20		2.16	65.02		24.95	2.76		

焙燒爐にて充分焼占られたる焼成苦灰は碎粉器にて略ぼ三四分位の大きに碎き無水コールターを加て充分に練り合はすべし此無水コールターは豫め一旦沸騰せしめて其未だ冷却せざる間に燒苦灰を混入するを可とす而して其混入の度はター苦灰をスタンブするに當り極めて能く固結するを程度とす燒苦灰は濕氣に曝さるるときは漸時にして水分を吸収し風化するものなるが故に之を貯藏するに當りては極めて綿密なる注意を要すべし實際に於ては如何に注意して之を貯ふるも到底完全を期する能はざるものなるが故に決して多量

の製品を藏すべからず

四爐内に於る化學的變化 鹽基性轉爐内に於る化學的變化の状態は略ぼ酸性の場合と同様なれども只其異なる所は鐵中の硅素の分離すること比較的多きこと及び脱磷作用にありとす

吹製作業上酸性法に異なるの點は炭素の充分分離(火炎の消滅)せる後に始る即ち酸性上にては火炎の消滅は吹製の終りを意味すれども鹽基性法にては更に暫時吹製を繼續するを必要とす之を追吹と云ふ蓋し炭素の充分酸化せられざる以前に於ては磷は極て少量の分離をなすのみなれども脱炭後に於て吹製を續くるときは磷は始て酸化作用を受け石灰と化合して磷酸石灰となり鋼滓を組成するを以てなり

抑も鹽基性裏附の目的は吹製作業中石灰投入によりて容易に鹽基性鋼滓を組成せしめ永く其性を持續せしむるにありて理論上本作業の化學的反應には參與せしめざる筈なれども實際に於ては其一部は常に熔流若くは剝脱せられて鋼滓の一部を組成するものなるを以て本作業中時々石灰を投入して一は鹽

基性銅洋の組成を速ならしめ一は裏附の熔損を成るべく少からしむべし石灰加入量は銑鐵の成分に關係し必しも一定せざるも大底一二%乃至一八%の間にありとす硅素磷分等の含有量高き銑鐵は其含有量低きものに比し石灰を要すること多きは勿論なり

吹製作業中爐内に於る化學的變化の狀況は其熱度及裏附の性質に關係あるは既に第二節第四に於て述たる所の如し今左に二三の實例を示さん

第一例 比較的磷分低く硅素分稍や高き銑鐵の場合

銑鐵	吹製時間										吹製終局	
	5分	7分	9分	12分	13分	13分	14分	終局	加入後			
炭素	3.12	2.51	1.73	1.19	0.07	0.03	0.08	0.07	0.20			
硅素	0.56	0.01	0.006	0.008	0.005	0.001	-	0.001	0.003			
滿俺	0.41	0.18	0.19	0.21	0.11	0.07	0.10	0.06	0.31			
硫黃	0.41	0.44	0.43	0.42	0.47	0.46	0.24	0.20	0.15			
磷	1.308	1.442	1.400	1.354	1.639	0.524	0.132	0.066	0.067			

此實驗は一八七九年鹽基性法發見の初期に於て行ひたるものにして其狀況は左記分析表及曲線圖第三十六に示す所の如し裝入は三趣半、滿俺銑及び鏡銑加入量二〇庇なり現今斯る磷分低き銑鐵を用ゆる所なけれども銑鐵の成分と化學的變化との關係を理解せんが爲には確に考究の價ありとす特に鎔銑の硫黃分著しく高きが故に他の例に比して硫黃の關係を一層明ならしむ此場合に於ては硫黃分は銑鐵の含有量の約五分の三を除去せられたり炭素、滿俺、硅素及磷等の關係は曲線圖に示さるるが如く炭素、硅素は酸化急速に滿俺は徐々に磷は追吹によりて始て酸化せらる

第二例 磷分高く硅素分低くして熱度極て高き鎔銑の場合

銑鐵	吹製時間										滿俺銑加入後	
	4分	7分	9分	10分	11分	12分	13分	13分	加入後			
炭素	0.007	-	-	-	-	-	-	-	-			
硅素	3.163	1.983	0.755	0.016	0.045	0.018	0.018	0.018	0.07			
滿俺	1.19	0.40	0.40	0.04	0.40	0.32	0.14	0.11	0.28			
硫黃	0.052	0.065	0.077	0.50	0.70	0.048	0.041	0.046	0.038			
磷	2.982	2.525	2.012	1.465	0.886	0.206	0.109	0.090	0.99			

装入は十噸にして滿俺銑及び鏡銑加入量九十瓩石灰一六五〇瓩を投入せり
 曲線圖第三十七によりて化學的變化の狀況が第一例の場合と異なるを見る
 べし即ち鎔銑の熱度高きが故に炭素の酸化炭素線急轉直下速に而も硅素分低
 きが爲に燐も之に伴ふて降下せり

酸性法の場合に於て滿俺銑及鏡銑加入に際し滿俺のために鋼滓中より硅素
 を還元する事ありしも鹽基性法の場合に於ては全く此反應を起さず

第三例 燐分及硅素分は第二例と同様に於て滿俺分稍低き鎔銑の場合

銑鐵	吹製開始後						滿俺銑 加入後
	2分	4分	7分	8分	9分	10分	
炭素	2.40	2.43	1.43	0.12	0.06	0.03	0.06
滿俺	0.81	0.10	0.13	0.10	0.36	0.52	0.35
磷	2.92	2.32	2.15	1.70	0.99	0.25	0.07

装入量は拾噸にして滿俺銑加入量四十瓩石灰加入量一三〇〇瓩なり鎔銑の
 硅素含有量は不明なれども重要な關係なし

曲線圖第三十八の形狀は略ぼ第二例に同じきも脱炭の後燐分の酸化に因り

て滿俺の還元せらるる狀は第二例と異なる所なり又燐の曲線の形狀は追吹の目
 的を一層切實に説明せり

左に鹽基性鋼滓の一例として前記第二例の場合に於る鋼滓成分を示す

	吹製開始後		滿俺銑 加入後
	10分	12 $\frac{1}{4}$ 分	
硅酸	6.14	5.90	4.42
磷酸	29.23	21.16	18.35
礬土	—	4.06	—
過酸化鐵	4.51	3.66	5.66
一酸化鐵	5.19	13.64	19.46
一酸化滿俺	4.80	4.34	4.29
石灰	45.49	44.16	41.73
苦土	2.21	2.46	3.02
硫黃	0.06	0.10	0.11

五、熱の發生(第二節五參照)

六、銑鐵 鹽基性ベセマー法に用ゆる良質の銑鐵は珪素の含有量約〇.五%位
 にして決して一〇%以上に昇らざるものたるべし硫黃は吹製作業中多少減少

せらるべきも其程度頗る不定なるものなるが故に始より銑鐵の硫黄分をして成るべく少からしむるを安全とす此目的に従ひ銑鐵爐に於ては特に裝入原料中に多量の滿俺を含有する鐵礦を混ずるか若くは別に滿俺礦を加へ通例二%前後の滿俺を含有せしむ磷は硅素分低き銑鐵にありては特に必要なり蓋しトーマス法に於ては磷及び滿俺は唯一の發熱劑にして就中磷は酸性法に於ける硅素に相當するものなるが故に其一定量は是非必要なるものなり而して實驗上銑鐵中の磷分は二、五%—三%を以て最良とし其より以下に降るときは硅素分高からざる限りは低熱銑鋼を得るの危険ありとす斯くトーマス法に用ゆる原料として最も適當なる成分の銑鐵を特にトーマス銑と名づく

別に磷分に關して最も重要な點は鋼滓中の磷酸含有量の問題なり此事たる治金的考慮を離れ商業上の見地より見て成るべく磷酸に富みたる鋼滓を製出するは極て緊要なることに屬す何となれば鋼滓の磷含有量低下するときは肥料として其價値を甚しく減少せらるべければなり

七、操業法 酸性轉爐操業法に於て記述せし如く爐體の諸準備の後先づ裝入

銑銑量一二%乃至一八%以内の石灰を投入し次に銑銑を流入す若し石灰の代に石灰石を用ゆるときは其分解作用の爲に爐内銑銑の熱度を減ずるの恐あるが故に必ず石灰を用ゆるを要す是に於て徐々に送風を始め漸く送風壓力の充分なるを待て爐體を直立せしめ吹製作業を始むる等酸性の場合と同じ

爐口より噴出する火炎の狀況は酸性の場合と異り最初より光輝強く且火炎中に伴ひ來れる石灰の細粒の爲に著く黄色を呈す若し石灰がストロンシウムを含有せば其色赤色を帯びバリウムを含有せば綠色を呈すべし其他の諸點は炭素の分離即ち火炎の消滅に至る迄總て酸性の場合に同じ

抑も轉爐内に於るが如き高熱に於ては炭素の殆ど全部が脱出せる後に非れば脱磷作用を起さざるものなるを以て(本節第四參照)トーマス法に於ては是非共追吹きアフターブローの必要あるものにして是れトーマス法とベセマー法との差違ある要點なり

追吹き時間の長さは銑銑の性質製品の種類等によりて必しも一定せず夫々實驗の後決定せらるべきものなれども大底火炎の消滅後四分乃至五分を以て

充分なりとす

斯して略ぼ豫定の脱磷程度に達するときは満俺加入前に先づ脱磷試験を行ふ其方法次の如し

先づ轉爐を水平の位置に回し爐口より鐵製柄杓を差込みて少量の鎔鐵を汲み出し鐵製小型に鑄込むべし次に此小鐵塊を錠にて扁平(厚さ五六耗に鍛延し水中にて冷却し屈曲試験を行ふ若し脱磷充分なれば二重に折り重るも割れ目を生ずる事なかるべし假に裂痕を生ずる事ありとするも其割れ目は細粒組織を呈すべし此試験に要する時間は僅に二三分に過ぎざるが故に爐内にて猶鋼滓に覆はるる鎔鐵の冷却するの憂なし脱磷試験の結果良好なれば通例先づ鋼滓を流出せしめ直に満俺銑若くは鏡銑と満俺銑とを投入すべし(第二節第八參照若し又此試験片猶ほ脆性ありて其の割れ目に粗粒組織を現すときは未だ脱磷の不十分なる徴證なるが故に再び轉爐を直立せしめ吹製を繼續すべし

脱磷試験を終りたる後鋼滓を流出せしめずして満俺銑鏡銑等を投入すると

きは鋼滓中より磷を還元せしめ再び鐵中に復せしむの恐ありとす

満俺銑及鏡銑加入量其他は總て酸性法の章(第二節第八)に於て記載せる所の如し

八、製産歩合 吹製減量は酸性法の場合と同様に銑鐵の性質、製産物の種類、吹製方法及轉爐の大きさ等に關係するものなれども追吹作業のために幾分の減量を増加するものにして平均一五%の燒減八五%の鋼産量を以て普通とす

右の數字は鎔銑爐内の減量をも加算せるものなるが故に若し鎔鑛爐より直送の鎔銑を用ゆるときは燒減は約二%を減少すべし

九、生産物 鹽基性法にて製出せらるる鋼の種類は大體に於て酸性法の場合と異なることなけれども本法作業の性質上特に柔軟性の高きものを産出するに適するものとす是れトーマス法の發見が鐵の用途の擴大を致せし所以にして嘗て鍊鐵を用ゐたる鐵線、薄板、其他鏈用鐵棒の如き今日にてはトーマス鋼を應用するに至れり

鋼滓 トーマス鋼滓は磷酸含有量高きときは(一四%以上)肥料として利用せ

らるものなり而して鋼滓の磷酸含有量を高からしめんとせば最初より銑鐵の種類(硅素滿俺等の餘り多からざるもの)を撰び且作業中石灰投入量は必要なる程度に於て成るべく少からしむるを肝要とす

左にトーマス鋼滓の實例二三を示す

SiO ₂	P ₂ O ₅	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FaO	MnO	CaO	MgO	Ca	S
7.73	21.90	3.72	1.00	4.73	2.05	50.76	4.00	0.84	0.67
5.37	20.96	2.71	4.65	14.11	3.84	40.64	2.43	0.69	0.53
4.79	16.33	—	26.03	4.62	42.05	6.83	0.36	0.29	

トーマス鋼滓は肥料として利用せらるるの外鎔鑪に於てトーマス銑を産出するに方り鑛石中の磷分少き場合に於て之を補はんが爲め裝入原料として用ゐらるることあり

第三章 瓦斯發生爐

平爐製鋼作業其他苟も瓦斯を使用する諸作業の良果を收めんと欲せば最も

經濟的に優良なる瓦斯を製出するは極て緊要なる事に屬す此理由に因て發生爐の構造改良は其創設以何絶へず行はれし所にして今日吾人の使用しつつある發生爐の形狀は自ら多種多様なれ共多くは大同小異にして要するに効率と經濟との點より見て構造の細目の差あるのみ

第一節 瓦斯發生爐の理論

一、瓦斯發生爐を使用する理由 凡そ高熱を使用する冶金作業をなすに當りては之に用ゆる燃料の經濟は最も重要な問題なり而して單に理論上より見るときは或る一定量の炭素を一旦瓦斯に變形せしめて更に之を使用するよりは同量の固形炭素を直に燃料に供するを以て遂に利益なるものとす更に之を數字的に説明すれば純粹なる炭素一庇を燃燒せしめて炭酸瓦斯たらしむるとせば八〇八〇カロリーの熱量を生ずべきも一旦一酸化炭素瓦斯たらしめ次に之を燃燒せしめて炭酸瓦斯たらしむるときは五六八〇カロリーの熱量を生ずるに過ぎざるが故に差引二四〇〇カロリーの即ち約三分一の熱量を損すること

に當るべし

此二四〇〇カロリーの熱量は固形體の炭素を瓦斯體に變形せしむるがために消費せられたるものにして瓦斯發生爐の場合に於ては之熱量は爐内に放出せられ五六八〇カロリーの丈が爐外に於て利用し得る熱量に相當するなり

右の計算は固形炭素が全部完全なる燃焼をなし得るものと假定せるものなれども實際に於ては固形燃料の完全なる燃焼を期するは甚だ難事にして其幾分は空く放棄せらるるを免れざるべし今其不完全燃焼其他種々なる原因よりする固形燃料の不利益を仔細に吟味するときは恐くば瓦斯燃料に比して敢て甚しき徑庭なからんも試に後者に就て更に優越なる諸點を列擧すれば

一、瓦斯と空氣との割合を隨意に加減して容易に完全なる燃焼をなせしめ得ること

二、容易に隨所に輸送し得ること

三、加熱し若くは壓力を加へ得ること

四、酸化炎還元炎の何れにても隨意になし得ること

五、火炎の大小熱度等隨意に加減し得ること

以上諸便利は多少の熱量の損失を補ふて餘りあるべし

特に平爐製鋼作業の如きに至りては瓦斯燃料の經濟的製法の發見と相俟て今日の進境に達せし者なれば原より此兩體燃料の比較を論ずるの餘地なきなり以上は特に固形燃料を變形せしめて瓦斯燃料たらしむる重なる理由にして此變體作用をなさしむるの裝置を名けて瓦斯發生爐と云ふ瓦斯發生爐とは耐火煉瓦を以て積上たる直立爐の一種にして其内部には白熱燃料層を貯へ空氣若くは空氣と蒸氣との混合物は層の下部より入りて層内を上昇するの間に炭素燃料と化學的變化を起し可燃性瓦斯に變化するの裝置を云ふ其最も幼稚なるものに至りては單に普通の炎土の深きものに過ぎざるものあり第卅九圖は嘗てハールツ地方に用ひられたる簡單なる發生爐にして燃料は頂部より裝入せられ燼滓は底部より掻出され瓦斯は頂部に近き横管より他に導かるものなり

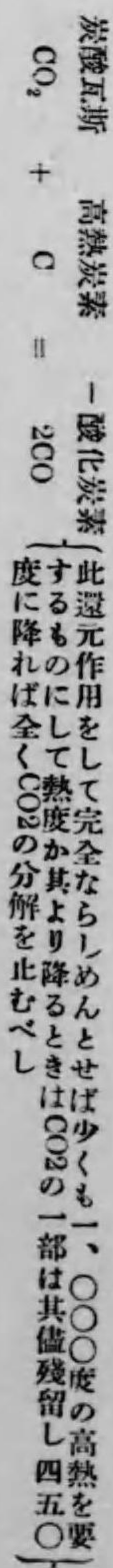
二、發生爐内部化學的狀態 石炭を密封せるレトルト内にて乾溜するとき

僅に揮發し易き一部の瓦斯體となり其大部分は骸炭となりて殘溜すべし瓦斯發生爐にありては全然之と異り苟も燃料中に含有する炭素及水素の全部を可燃性瓦斯たらしめ唯だ灰分のみを殘留せしめんとするにあり此目的を遂げんがため爐内には白熱せる燃料の厚き層を貯へ空氣若くは空氣と蒸氣とを其下部より導き炭素の全部をして空氣中の酸素並に蒸氣と化合して一酸化炭素及び水素瓦斯たらしむ

一酸化炭素成生の順序は普通別て二段となる即ち炭素は第一に酸素と化合して炭酸瓦斯となり此炭酸瓦斯は更に他の炭素と化合して始て一酸化炭酸瓦斯となるなり



此炭酸瓦斯は白熱せる炭素に遭ふて更に之と結合して一酸化炭素となる



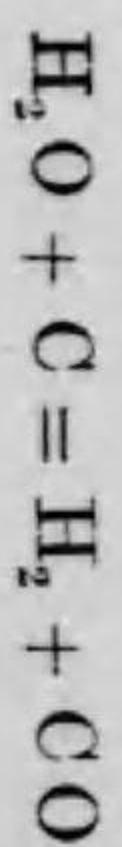
今此化學的變化と熱量との關係を説明せんに炭素の一庇が酸化して炭酸瓦

斯となるときは八〇八〇カロリーの熱量を生じ此炭酸瓦斯が一酸化炭素に還元せらるるときは五六八〇カロリーの熱量を吸收すべし此れ即ち一酸化炭素瓦斯を燃焼して利用せらるべき熱量に相當す

空氣は百分中七十九(容積)の窒素瓦斯を含有するが故に空氣中の酸素が炭素と化合して一酸化炭素瓦斯を生成すると同時に此多量の窒素瓦斯の混入するを免れず即ち理論上より計算すれば左の如き成分の瓦斯となるべし

一酸化炭素瓦斯 (CO)	34.7
窒素瓦斯 (N)	65.3

若し又白熱せる炭素の層を通して蒸氣を導くときは蒸氣は分解せられて水素及一酸化炭素となる即ち



となり全部可燃性瓦斯を得らるゝの勘定なり然れども蒸氣の分解の結果は熱を吸收すること炭素一封度に付二四三三カロリー夥しきが故に蒸氣のみを通ずるときは如何に高熱なる炭素も忽ち冷却せられ瓦斯發生作用の中止を免れ

ゆるべし

八六

此故に實際に於ては空氣と蒸氣の混合物を爐内に送り空氣中の酸素と炭素との化合によりて生ずる熱度を以て蒸氣分解其他より蒙むる放射熱瓦斯及灰分の持去る熱熱の損失を補ふものとす而して爐内の冷却せざる程度に於て蒸氣量を増加するときは可燃性瓦斯を得ること割合に多きものに反して空氣量餘り剰多なるときは無用なる窒素瓦斯を伴ふこと益々多きが故に瓦斯をして愈々倍々稀薄ならしむるの不利あり以上の理によりて瓦斯發生爐作業に於ては爐内炭層の厚さ、白熱層の厚さ及び之に相當する蒸氣と空氣との割合等は最も注意すべき要件なり

蒸氣の量は爐内の白熱層の厚さに大關係あるも實地の經驗上決して空氣重量の十二分一を越へしむべからず

抑も瓦斯の加熱力(Heating Value)は其含有する熱量と燃燒熱度とに關係するものなり燃燒熱度とは瓦斯の燃燒の結果發生する熱度にして燃燒の方法によりて大に異なるものとす例令ば水素瓦斯を空氣中にて燃燒するときは之を酸素中

に燃燒するときに比し其熱度は著しく低位にあり而も何れの場合に於ても同量の水素の燃燒により生ずる熱量は全く同様なるなり蓋し空氣を用ゆるときは其酸素一に對し三、三五に相當する窒素瓦斯を伴ひ此無用の窒素瓦斯は水素の燃燒によつて熱せらるるが故に結局燃燒の熱度を減少するなり

今又可燃性瓦斯の内に窒素其他無用の瓦斯を混入するときは之れ又前と同様の結果にして瓦斯の加熱力を減ずるは明なり而して今日吾人の使用する瓦斯發生爐に於ては到底純粹なる可燃性瓦斯を製出すること不可能なるが故に少くとも發生爐瓦斯中に包有する可燃性瓦斯の割合を出來得る限り大ならしむるは極めて肝要なることにして此目的を達せんが爲に發生爐内の熱度が過度に冷却せられざる範圍内に於て成るべく多量の蒸氣を使用せんことに努むるなり

第四十圖はドクトル、ヴェント氏の實驗の結果による瓦斯發生爐内瓦斯成生の状態を示す

表中 I は蒸氣を加へず空氣のみによりたるもの II は蒸氣(空氣一立米に付

一四〇瓦を併用せしものを示す

第二節 瓦斯の種類及熱量

一、發生爐瓦斯インデュースガス 附高爐瓦斯 今日瓦斯發生爐に用ゆる燃料は大底石炭なれども今説明の第一歩として簡單なる燃料即ち骸炭を用ひ爐の下部より空氣のみを導くものとすれば(第一節第一參照)此發生爐より成生せられたる瓦斯は第一節第二に於て述べたるが如く理論上

CO 34.7
N 65.3

となるべし之れ即ち發生爐瓦斯の最も簡單なるものなり然れども實際に於ては炭酸瓦斯の幾分は炭素の還元作業を受けずして發生爐瓦斯中に混入するものなるが故に前掲の如き成分の瓦斯は決して成立せらるる者に非ず若し又發生爐の燃料として骸炭の代に石炭を用ひ空氣の代に空氣と蒸氣とを併用する時は發生爐瓦斯は頗る其熱量を増加することを得べし

空氣の代に空氣と蒸氣とを併用すれば可燃性瓦斯の量を増加し得るは第一節第二に於て述べたる所の如し骸炭の代に石炭を用ひて瓦斯の熱量を増加し得るは石炭瓦斯(主に水素沼氣及一酸化炭素瓦斯)の混入するため窒素分の比較的減少するに因る

左に發生爐瓦斯の成分數種の例を示す

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
水素(H)	86.0	12.13	10.90	19.43	12.60
水炭瓦斯(CxHx)	3.40	2.00	1.28	2.66	8.50
一酸化炭素(Co)	24.40	26.40	27.00	16.15	20.40
炭酸瓦斯(Co2)	5.20	9.16	4.50	11.53	5.50
窒素(N)	59.40	50.31	56.32	50.23	58.00
可燃性瓦斯ノ百分率	35.40	40.53	39.18	38.24	36.50

右五種類の瓦斯の成分に就て見る時は何れも炭酸瓦斯を含有するを知るべし此瓦斯は有害無益にして其容量四乃至五%以上に昇るときは發生爐の設計悪しきか然らざれば操業法の悪きものと認むることを得べし

炭酸瓦斯の有害なる重なる點を擧れば

一、發生爐瓦斯が炭酸瓦斯を含有するときは其丈一酸化炭素瓦斯の容量を減少するものなるが故に可燃性瓦斯の容量を減少すると同時に不燃性瓦斯の容量を増加す

二、炭酸瓦斯は一酸化炭素に比し二倍の酸素を含有するが故に其丈無用の窒素瓦斯を發生爐瓦斯中に混入せしむ

三、炭酸瓦斯は發生爐内に無用の過熱を起す

炭酸瓦斯が發生爐瓦斯中に現在する原因は左の四ヶ條の何れかによる

(一)蒸氣量の過剰なるが爲に發生爐内の熱度甚しく降下する場合

(二)發生爐内の白熱層充分厚からざるが爲に炭酸瓦斯の分解不充分なる場

合

(三)發生爐内部の燃焼層以上に於ける外壁より空氣の浸入すること

(四)發生爐操業の宜しからざるが爲に石炭層の内若くは層と爐壁との間に空孔を生ずる場合

右四項の内第三に掲ぐる場合は極て稀なれども他の三項に掲ぐる場合は瓦斯作業中常に遭遇する事柄なるが故に最も注意すべきことなりとす特に第四に掲ぐる場合に於ては空氣中の酸素の一部は空しく此孔を上昇して石炭層外に出で發生爐瓦斯中の可燃性瓦斯を燃焼せしめ一は可燃性瓦斯を變じて不燃性瓦斯たらしめ一は發生爐上部に無用の過熱を起し裝入裝置其他に故障を起す等其害をなすこと最も甚しきものなり

鎔鑛爐の瓦斯は骸炭を燃料とせる發生爐瓦斯(空氣のみを吹込み蒸氣を用ひざるもの)と見做すことを得べきも通例炭酸瓦斯の高きと水素瓦斯の低きとより發生爐瓦斯に劣るものとす然れども石炭を燃料とせる鎔鑛爐の瓦斯は幼稚なる發生爐瓦斯に比して寧ろ勝るものなり

	焦炭を用ゆる鑄鐵爐の瓦斯			石炭を用ゆる鑄鐵爐の瓦斯				
	1	2	3	1	2	3	4	
CO	28.80	29.50	28.12	CO ₂	8.57	8.61	5.40	6.79
CO ₂	12.90	9.00	10.00	CO	27.15	28.06	30.10	26.40
N	57.60	60.00	61.00	H	5.48	5.45	6.26	12.23
H	0.70	15.0	0.90	CH ₄	4.27	4.37	3.20	.71
				N	54.29	53.38	55.10	58.81

二、水瓦斯^{ウオシガス} 炭素の白熱層を通じて蒸氣を導くときは蒸氣は分解せられて水素及一酸化炭素瓦斯より成る混合瓦斯を生ずべし(第一節第二参照)是混合瓦斯を名づけて水瓦斯と謂ふ

炭素の白熱層に蒸氣のみを導くときは熱層は忽ち冷却せられ化學的反應中止せらるるものなるが故に此分解作用を永續せしめんとせば別に熱を供給するの必要あり此理由よりして水瓦斯を多量に製出せんとするには先づ燃料の層に空氣を通じて白熱状態に達せしめ(此時は發生爐瓦斯を生ず)次に空氣送入

を止めて通例反對の方面に蒸氣を吹き込み暫くして又蒸氣を止めて空氣を送入し絶えず此作用を繰返さしむるものとす

發生爐内の熱の釣合を保んが爲め普通八分乃至十分間空氣を通じ次に約四分間蒸氣を吹き込むを常とす斯くして交互に發生爐瓦斯及水瓦斯を得るものなり

水瓦斯は發生爐瓦斯と異り窒素の如き不燃性瓦斯を含有すること甚だ少く而も多量の水素を含有するに因り其火炎は頗る強度の熱を起す此故に例令は鐵管鍛接作業の如き局部に高熱を要する所にも最も必要なるものなれども平爐作業の如き所に用ゆるときは其炎の強烈なるが爲に爐の破損すること夥く實驗上宜しからざるものとす

左に水瓦斯の成分を示す

	1	2	3	4	5
H	5.2.4.3	5.0.0.9	5.2.7.6	4.9.1.7	5.1.0.0
CO	5.8.3.0	3.9.9.5	3.3.5.0	4.3.7.5	4.2.0.0

CO ₂	4.73	5.38	4.08	2.71	4.00
CH ₄	—	—	—	.31	.50
O	.74	1.22	.46	—	—
N	3.80	3.36	5.20	4.00	2.50

三、自然瓦斯 ナチュラガス 自然瓦斯は米國ペンシルバニア地方より盛に噴出するものにして毎平方時に付壹百封度乃至貳百封度の高壓を有するが故に鐵管によりて能く非常の遠距離に輸送せられ製鋼其他雜用に供せらる

此瓦斯は殆ど不燃性瓦斯を含有せず且つ熱量甚だ高きが故に豫熱することなくして平爐作業に用ひられ頗る好結果を奏す

左に其成分を示す

水	素 (H)	ピッツバーグ
沼	氣 (CH ₄)	地方自然瓦斯
オレフィアット瓦斯 (CnH _{2n})		
		2.200
		6.700
		6.000

四、瓦斯の熱量 附熱量計算法 以上略述せる諸瓦斯は今日冶金學上最も重要なる種類にして何れも種々なる瓦斯の混合物なるは其成分表により明

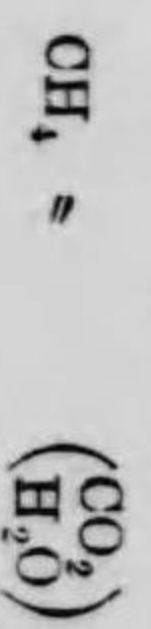
一 酸化炭素 (CO)	0.60
窒素 (N)	3.00
炭酸瓦斯 (CO ₂)	0.60
可燃性瓦斯 %	95.60

なり以下説明に便なるが爲此混合せる瓦斯を名づけて複瓦斯と云ひ其成分に屬する各瓦斯を單瓦斯と呼ぶべし

一定量の可燃性物質が完全燃焼の結果生ずる熱の量は一定せるものにして燃焼の遲速方法其他の事情に關係なきものなり此故に一定の化學的成分を有する燃料に對しては其發熱量 (Heat values) を定むることを得べし

凡そ或る燃料の單重 封度 の燃焼によりて生ずる熱の量を其絶對發熱力若くは單に發熱力と云ふ普通 瓦 なる文字を以て之を示す

CO	CO ₂	八〇八〇
C	CO	四三四
C	CH ₄	二四〇〇
H	H ₂ O	一五四三
		二九三〇〇



一二〇〇〇

複瓦斯的熱量計算法 複瓦斯的熱量を計出するには先づ其含有する單瓦斯的重量割合より計出することを要す而して一般に複瓦斯的分析は必ず單瓦斯的容積割合を以て示さるるものなるか故に先づ之を重量割合に換算することを要す左に重なる單瓦斯的の重量を示す

0	"	"	"	"	〇、〇八九庇
N	"	"	"	"	一、四三〇"
CO	"	"	"	"	一、二五一"
CH ₄	"	"	"	"	〇、七一五"
CO ₂	"	"	"	"	一、九六六"

右の單重を知るときは容易に複瓦斯中に含有する單瓦斯的の重量割合を算出することを得べし今左に實例を擧げて其計算法を示さん

H	12.60	H	12.60 × 0.089 = 1.1214
CH ₄	3.50	CH ₄	3.50 × 0.715 = 2.5025
CO	20.40	CO	20.40 × 1.251 = 25.5204

CO ₂	5.50	CO ₂	5.50 × 1.966 = 10.8133
N	58.00	N	58.00 × 1.251 = 72.5580
	100.00		100立米 = 112.5153

右計算により此複瓦斯の一立米の重量は一、二二五一五三庇なる事を知り容易に重量百分率を算出することを得べし

即ち水素は此複瓦斯の一、二二五一五三庇の内に一、二二一四庇を含有するが故に複瓦斯の一〇〇庇の内には何程を含有するやと云ふに

$\frac{1.1214 \times 100}{112.5153} = 1.00$

右と同様の方法により夫々計算すれば

H	1.00
CO ₁	2.22
CO	22.68
CO ₂	9.61
N	64.49
	100.00

若し又複瓦斯の一〇〇立米の重量を知るの必要なく單に單瓦斯重量の百分

率のみを知らんとせば計算は更に簡單にして單瓦斯の容積百分割合に各瓦斯の比量を乗じ前の如く算出すれば可なり
單瓦斯の比重は必ず其分子量の二分一に相當するが故に左の如き計算となる

H	12.60 × 1 = 12.60 = $\frac{10}{1.00}$
CH ₄	3.50 × 8 = 28.00 = 2.22
CO	20.40 × 14 = 285.60 = 22.68
CO ₂	5.50 × 22 = 121.00 = 9.61
N	58.00 × 14 = 812.00 = 64.49
	<u>1259.20</u> 100.00

水素が容積に比して其重量割合の小なるは特に注意せんべきものなり

前記何れかの方法にて重量百分率を算出すれば直に熱量を算出することを得べし

H	1.00 × 29,300 = 29,300 カロリ
CH ₄	2.22 × 12,000 = 26,640 "
CO	22.68 × 2,434 = 55,203 "

CO	9.16	111.143
N	$\frac{64.49}{100.00}$	

即ち此發生爐瓦斯一庇の發熱量は1111カロリとなる此瓦斯の一〇〇立米は一〇〇立米に相當するが故に此瓦斯の一〇〇立米は
 $1125153 \times 1111 = 125,004,4983$ カロリ

の熱量を有し其一立米は一、二五〇カロリの熱量を有することを知るべし
發熱度 (Calorific Intensity) 以上記述し來りたるが如く總て燃料の熱量は一定せるものなれども其發熱度は燃焼の仕方によりて大に異り(第一節第二末項)第一に燒生物の種類及量に關係するものなり

今Wを以て或る燃料の全熱量としTを以て燃生物の熱度としQ₁Q₂Q₃等を以て諸燃生物の重量としS₁S₂S₃等を以て其等燃生物の比熱を現すものとすれば

$$W = T(Q_1 S_1 + Q_2 S_2 + Q_3 S_3 + \dots)$$

$$T = \frac{Q_1 S_1 + Q_2 S_2 + Q_3 S_3 + \dots}{W}$$

右は熱の全部が燃生物に吸収せられたるものと假定せるものなれども別に爐壁に吸収せらるる熱量高熱分解作用等に消費せらるる熱量などを考ふれば

燃料の發熱度は決して精密に算出せらるる者にあらず然れども或る一定の條件を定めて發熱度を計算し諸燃料の比較をなす事を得べし

左に炭素、水素に就ての一例を示さん

炭素の一庇が酸素瓦斯中にて燃焼して $3\frac{2}{3}$ 庇の炭酸瓦斯を生ずるときは八〇八〇カロリーの熱量を生ず故に其熱の全部が燃生物に附與せられたるものと假定せば

$$\frac{8080}{3.67 \times .2163} = 10,178^{\circ}\text{C} \quad (0.2163 \text{ は炭酸瓦斯の比熱})$$

若し又炭素の一庇が空氣中にて燃焼するものとせば空氣中の窒素瓦斯は燃生物たる炭酸瓦斯に混入して同様の熱度に熱せらるべし

一庇の炭素が CO_2 の $3\frac{2}{3}$ 庇を生ずるが故に其に要する酸素の量は $3\frac{2}{3} \times 1.1 = 2\frac{2}{3}$ なり故に

$$\frac{8080}{(3.67 \times .2163) + (.89 \times .2438)} = 2,733^{\circ}\text{C} \quad (0.2438 \text{ は窒素瓦斯の比熱})$$

若し亦過剰の空氣を用ひたるものとせば其空氣の量に比熱を乗じたるもの

を更に分母に加ふるの必要あるが故に一層熱度を減ぜらるべし

水素の一庇が酸素中にて燃焼せば九庇の水を生ず而して燃生物は百度以上にあるものとせば水は蒸氣の状態を保つべし即ち

$$\frac{29300}{9 \times .4805} = 6775^{\circ}\text{C} \quad (.4805 \text{ は蒸氣の比熱})$$

若し又水素の一庇が空氣中にて燃るものとせば八庇の酸素(九庇の水の中にあ
る量は $8 \times \frac{1}{2} = 26.8$ 庇の窒素を伴ふべし故に

$$\frac{29300}{(9 \times .4805) + (.268 \times .2438)} = 269^{\circ}\text{C}$$

此故に炭素及水素の燃焼によりて生ずる熱量の割合は $1:3663$ の割合なれ共其各が酸素中にて燃ゆる場合に於て生ずる熱度の割合は $1:068$ となり空氣中にて燃ゆる場合に於ては實に $1:0.1$ の割合となるを知るべし

複瓦斯の發熱度を知らんとせば第一に其燃生物の性質重量比熱及び燃料に消費せられたる酸素の量を知ることとを要す而して前掲の定則を應用して計算するものなり

五、發生爐の能率 瓦斯發生爐の目的は固體燃料を瓦斯體燃料たらしむるにあり而して此變體作用をなさしむるには必ず熱の消耗を起すものなるが故に瓦斯燃料の包有する熱量は固形燃料の包有する熱量に比し常に小なるは勿論なり

此熱量の差が小なる程換言すれば瓦斯の燃焼によりて生ずる熱量が石炭の燃焼によりて生ずる熱量に近き程發生爐の能率は大きなるものとす

今石炭一庇の熱量をHとし同量の石炭より生ずる瓦斯の熱量をH'とし發生爐の内部にて費さるる熱量をH''とせば

$$H = H' + H''$$

左すれば發生爐の能率はH'とHとの比即ち

$$H' : H \text{ 又は } \frac{H'}{H} \dots \dots \text{能率}$$

實際に於ては能率は八〇%以上に昇ることは極めて稀なれども發生爐の構造並に操業共に優秀なる場合に於ては八五%に達することを得べし

發生爐内に於て熱の發生すること多ければ多き程能率は減少すべし即ち炭

酸瓦斯が發生爐瓦斯中に混入すること多きときは發生爐の能率は愈々益減少せらるべし

以上は瓦斯の自熱を利用せざるものと假定せしものなれども若し吾平爐工場の如く其自熱を利用する場合に於ては能率は稍や増大せらるべし何となれば發生爐内に於て生じたる熱の一部を回收せらるるを以てなり

第三節 發生爐

一、發生爐の分類及重なる發生爐 發生爐を大別して二種類とす

第一、開底式 (自然通風)

第二、閉底式 (送風)

第二を更に大別して

イ、格底式發生爐

ロ、固底式發生爐

ハ、水底式發生爐

第三章の瓦斯發生爐

開底式發生爐 發生爐の極て古きものはピシヨップ發生爐第一節一の如き簡單なるものにして普通炎土の稍や深大なるものに過ぎざりしが西曆一千八百六十一年シイメンス氏は彼の有名なる發生爐を創造し且つ之と殆ど同時に蓄熱式瓦斯燃燒法の發明をなし氏の發生爐に併用せしが爲に大なる成功を告ぐるに至れり

シイメンス瓦斯發生爐は約八呎四方深さ六呎乃至八呎の耐火煉瓦室にして底部には爐格を具ふ其形狀第四十一圖に示す所の如し

此發生爐内に於ける作用は甚だ簡單にして石炭は上部の裝入口より投入せられ空氣は爐格を通じて入り普通の炎土と同様に爐格上にて燃燒を起し重に炭酸瓦斯となる此燃生物は更に其上層に位せる赤熱せる燃料に遭ふて其一部は一酸化炭素に還元せらる而して石炭中の揮發物は比較的上層に於て石炭より分離し下層より上昇し來れる一酸化炭素瓦斯及び窒素瓦斯等と混じり發生爐上高く懸れる冷却管に入り更に他に導かるるものとす

瓦斯の吸込は全然冷却管發生爐に對し煙突と見做すことを得の吸上げによ

るものにして此點に於て全く送風によるものと異なるなり

此發生爐の缺點を列擧すれば

第一、其下部開放せるが故に蒸氣として爐内に入るものは僅に灰溜より蒸發

する水分及び爐格に撒布せられたる水の蒸發するものに過ぎず從て經

濟的瓦斯の發生を期すべからず

第二、爐格上の燃料の層は薄きを要するが故に多量の炭酸瓦斯の混入を免れず

第三、瓦斯の吸込を生ぜしめん爲には發生爐より出づる瓦斯は高熱なるを要

し而も此高熱瓦斯は冷却管に入りて其熱を失ふの不利あり

然れども此發生爐は設立費少く構造簡單なるが故に取扱は容易く而も特に蒸氣の供給を要せざる等稍や長所と稱すべきものあれども到底其缺點を補ふに足らざるが故に發生爐として今日此式を用ゆるものなきに至れり

閉底式發生爐 近時の發生爐は總て閉底式にして蒸氣と空氣とを併用し蒸氣の壓力及速度を自由に増加することを得從て多量の蒸氣を使用せらる又吸

込を必要とせざるか故に瓦斯の熱度を高からしむるの要なく而も良好なる瓦斯を多量に發生せしむることを得る等凡て瓦斯發生作業を思ひの儘に支配することを得るものなり

(イ)格底式發生爐：例、シーマンス發生爐の新式のもの 此發生爐は格底式發生爐の内最も廣く用ひられたるものにして其形狀第四十二圖の如し

Dは燃料裝入口にして燃料は此所より入りて正方形の爐室Cに入る爐室の下部には爐格Eを具ふ爐格の直下に水を湛ふる所を灰溜とす灰溜の前面は開き戸(T)を以て密閉せられ空氣は蒸氣(A)と共に爐の兩側に有るB孔より爐内に吹込まれる而して瓦斯は爐の右方上部より出て瓦斯道Eに入り夫より他に導かれるものとすGは突き孔Hは瓦斯制止弁なり

(ロ)固底式發生爐：例、ウキルソン發生爐 此發生爐は固底式發生爐の内最も廣く用ひられたるものにして其形狀第四十三圖の如し空氣及蒸氣は蒸氣インジエクターにて爐の下部を横ぎれる送風道に吹き込まれ更に送風道の兩側にある數箇の小孔より爐内に侵入する者なり燃料は爐の上部中央にある裝入口

Aより入り瓦斯は爐壁の周圍に設けられたるホール等の數孔より爐上部を繞れる瓦斯道に集り次に瓦斯降下道Bに至る者とす

爐滓を掻き出さんとするときは先づ瓦斯發生作業を止め別に爐壁の下部に備ふる小孔より長き鐵棒を爐内に差込みて送風道の上端に渡し以て爐内燃料の降下を止め次に掃除口Cを開き適宜に爐滓を掻出すものとす既に灰取作業を終ればC口を閉ぢ鐵棒を引抜けば燃料は自然に降下すべし是に於て更に送風を始め再び前作業に復するものなり

此發生爐は其後次第に改良を加へられ灰出作業の度に瓦斯作業中止の不便を避けんが爲底部を水閉式に改め別に機械力を用ひて爐滓掻出の便を計り燃料裝入にも亦機械的裝置を加ふる等大に其面目を改めたり

(ハ)水底式發生爐 水底式發生爐は今日最も廣く使用せらるるものにして最新式のものとも雖ども皆此種類に屬するものなり其利益とする所は一は水盤内の水が爐滓中の熱の全部を吸収して蒸氣を形成すること一は一旦冷却せられたる爐滓は取扱容易にして爐の構造上何時にても自由に掻き出し得るの點に

ありとす然れども此の發生爐の微瑾と認むべきは瓦斯中の硫黄分を幾分増加するの傾向あるの點にありとす

ドーソン發生爐 此發生爐は水底式發生爐の一に屬し構造簡單にして最も好く此種類の發生爐を代表するものと云ふべし今日吾製鋼工場に用ゆるもの(目下改良中)之なり

此發生爐の形狀は第四十四圖に示す所の如く圓筒形にして鐵皮の内側を耐火物を以て裏積せらるる共にE Eなる短柱にありて底部の水盤中に支へらる水盤中の水は瓦斯の逃散を防ぐの用をなす

蒸氣及空氣はU字管Fより入り空氣分配笠A(俗に陣笠)の周縁を潜りて炭層内に侵入す燃料は上部の裝入口より入り爐内に降下するの間に炭素の全部が瓦斯化せられ残滓は更に降りて底部水盤内に沈下す

水盤の四方E E支柱の外は全部溜水を以て瓦斯の遁出を防ぐに止るが故に隨時に此水中より燼滓を掻き出す事を得シーメンズ發生爐の如く其都度瓦斯作業を中止するの必要なし瓦斯は上部右方の横管より瓦斯降下管に入り更に

瓦斯道を傳ふて他に導かるるものとす

凡そ瓦斯發生爐の能率をして成るべく高からしめんとせば左の諸注意を要すべし

- (一) 爐内全面積に亘り燃料層の厚さを成るべく不均一なからしむること
- (二) 燃料層内白熱層附近に於て屢々熔結物を生じ此熔結物は或は層内に懸り或は爐壁の内面に附着して空氣及蒸氣の通路を碍ぐるものなるが故に努めて此熔結物の生成を拒くこと
- (三) 空氣及蒸氣をして爐内燃料層の全面積に亘り成るべく均一に上昇せしむること

(四) 燼滓の抽出は燃料層の降下を促すは勿論なるが故に灰の抽出をして規則的に徐々に進行せしめ以て燃料層の急劇なる降下を拒くこと

最近改良せられたる發生爐の種類は何れも右の理由に基きて案出せられたるものにしてフレイザー、タルボット式ケルペリー式レーマン式ヒルガー式等尤も著名なるものなれども要するに水底式發生爐に機械的裝置を施し以て前

掲の目的を遂げんとするに外ならざるなり

レイマン式發生爐 レイマン式發生爐の形狀は第四十五圖に示す所の如くEなる支柱によりて支へられたる圓筒形爐體、水盤及び空氣分配器等より成る圓筒形爐體の外側は鐵皮を以て包まれ内側は耐火煉瓦を以て裏積せらる而して爐體の下部耐火煉瓦裏積のなき所は鑄鐵製の分片より成り必要によりて何時にても其一部を取り外し得る者なるが故に例令ば陣笠の一部分取替の如き場合に於ても爐内の燃料の全部を取り出すことなくして容易に施行せらる空氣分配器は三、四組の重疊せる圓錐より成り共に水盤上に固定せらる而して水盤はウォーム及ウォーム車装置によりて靜に回轉せらるるが故に爐内の燃料並に爐滓は絶へず攪拌せられ凝結物を造るの暇なく陣笠の傾斜面を降下すべし空氣及蒸氣は多數の陣笠の内部より爐内に浸入するが故に比較的能く多面積に分配せらる灰の抽出は特種の掻出し装置によりて自働的に處辨せらる此發生爐にて實地作業の結果に付石炭と瓦斯との關係を示さば左の如し

第一 石炭成分 瓦斯成分

炭素	63.67%	炭酸瓦斯	3.25%
揮發物	28.67%	一酸化炭素瓦斯	28.7%
灰分	6.37%	水素	8.7%
水分	1.19%		

第二 石炭成分 瓦斯成分

炭素	37.29%	炭酸瓦斯	3.2%
揮發物	50.20%	一酸化炭素瓦斯	30.6%
灰分	5.39%	水素	14.2%
水分	12.51%		

二、装入装置 燃料の装入の仕方は直接發生爐の能率に關係あるものなるが故に其方法は最も意を用ゆべき所にして之れ今日種々なる自動的装入装置の應用せらるる所以なり其目的の重なるものを左に列記すれば

一、燃料の供給繼續的にして能く一定時間に一定量を装入することを得而も瓦斯需用量の増減に従ひ容易に其装入速力を加減し得ること

二、爐内全面積に亘り常に平等の厚さを保たしめんが爲極て平均に石炭を分配すること

三、構造簡單にして修繕の成るべく少きこと

第四十六圖はビルト式(Built Automatic Feed)自動送炭器を示す

發生爐爐頂に亘る受炭器ありて其下部に特種の形狀を備ふるAなる石炭分配器あり此分配器は縦軸C及びウォームギアd、eによりて回轉せられ其力は隨意に加減することを得受炭器及分配器の間の空隙は石炭塊の大きに從ひ縦軸Cの頂上にある螺子車の回轉によりて自由に加減せらる吾平爐工場瓦斯發生爐に附屬せる自動裝炭器は右に比し稍や複雑なり第四十七圖に於て其構造の大體を示す

三、發生爐の位置 平爐に附屬する瓦斯發生爐と平爐との距離の長短何れを可とするかは今日未だ論争中に屬すれども近年の傾向は成るべく其距離を短縮し一は瓦斯自然の散失を少からしめ一は揮發性水炭化合物の凝結を防ぐんとするもの多きが如し然れども單に燃料經濟の一點より見るときは高熱瓦斯

(蓄熱室の入口の熱度より高きものと假定し)を用ゆることは全く無意義なるが如し何となれば此高熱瓦斯は先づ蓄熱室内の格子狀耐火煉瓦の熱度を其自熱と同等に達する迄に熱し次に變更瓣を轉換すれば廢棄瓦斯は蓄熱室を通過する間に其出口熱度と同等の熱を保ちて煙突に逃るべし即ち先に高熱瓦斯の爲に得たるものと同量の熱度を失ふこととなるべし加之高熱瓦斯は變更瓣諸裝置の破損を招くこと多く且つ水炭化合物は蓄熱室内の高熱に遭へば多くは分解作用を起し格子狀煉瓦内煤煙の堆積のため瓦斯の通路を狭むる等の障害を起すものにして其熱的價値は恐くは過重視せられたるの嫌あらん右の如く高熱瓦斯の使用は直接燃料の經濟に益なしとするも煙突の熱度を高むるの結果爐内の通風を好くし火焰の力強く燃焼速に從て爐の產出力を増加するは疑を容れざる所なり

今日實際に應用せらるる平爐と瓦斯發生爐との間隔は三〇米乃至五〇米にして瓦斯は煉瓦を以て裏積せる導管若くは地下瓦斯道によりて輸送せらるるを普通とす此場合に於ては其自熱の散失極て少く水炭化合物の幾分凝結する

に過ぎざるなり

第四節 原料送風及び操業法

一、原料 瓦斯發生爐の原料としては理論上如何なる種類の燃料にても差支き筈なれども實際に於て最も汎く用ひらるるものは石炭なり
石炭は其形状より謂ふときは粉炭より塊炭に至る迄皆瓦斯原料として用ゆることを得れども苟も瓦斯作業をして最も經濟的ならしめんとせば洗滌小塊炭(徑一寸—一寸五分位迄)を用ゆるを可とす斯る石炭は切込炭粉炭等に比して價格の廉ならざるは勿論なれども良質の瓦斯を得ること灰分の少きこと瓦斯作業の容易なること等は優に其價格を補ふて餘りあるものなり

若し又石炭の性質より云ふときは揮發物多くして灰分少く不粘結性のものを宜しとす然れども硫黄の含有量少くして其形状宜きものなれば殆ど如何なる石炭にても發生爐原料として適當なるものと云ふことを得べし管だ發生爐作業中最も困難とする所は灰分の熔結にあるが故に成るべく灰分の熔結性少

なきものを撰ぶべし

二、送風 初めシーメンヌ氏が案出せし瓦斯發生爐は本章第一節第一參照煙突の吸込によりて空氣を誘引せしものにして此式にては空氣の流通甚だ鈍しか故に燃料層をして充分の厚さに達せしむること能はず從て瓦斯發生作用の緩慢なるを免れず

送風式のものにありては煽風機を以て空氣を送り別に蒸氣より蒸氣を導くが故に前法に比し大に壓力を増し得ると同時に空氣と蒸氣との割合をも隨意に加減し得るが故に發生爐内の燃燒作用を促進することを得るの利あり而して送風には必ず空氣と蒸氣とを併用するものなるが故に煽風機を用ゆる代りに蒸氣インジェクターを用ひて空氣と蒸氣を同時に吹込むもの多し

蒸氣インジェクターの原理は甚だ簡單にして單に發生爐に連續せる送風管に蒸氣を吹込み其噴氣と空氣との摩擦によりて空氣を爐内に誘引するに過ぎず

最も簡單なる噴氣送風器は第四十八圖に示すが如く蒸氣は單に尖端の縮少

せし管によりて送風管口に吹込まれるに過ぎず然れども此式にては蒸氣は前後の小口より噴出するに過ぎざるが故に空氣との摩擦面少く從て空氣を誘引すること割合に少くして常に蒸氣の過剰量を供給することとなり發生爐の作業上頗る不利益なり此缺點を除かんがため環狀噴氣器を工夫するに至れり吾平爐工場瓦斯發生爐に附屬せるインジエクターはスハキト式噴氣器と稱ふるものにして環狀噴氣器中尤も著名なるものに屬す其形狀略ぼ第四十九圖に示す所の如く二重の黃銅製中空管より成り此兩管の間に環狀の間隔を存し蒸氣は一方の蒸氣管より此空隙に侵入し來り更に下方送風管に向て環狀をなして噴出するものなり而して内部黃銅管の上端に具ふる手車を回轉すれば管は自由に上下して蒸氣の出口を大小自在ならしめ以て蒸氣の量を調整加減することを得而も蒸氣と空氣との接觸面積は毫も變化なきものとす

發生爐送風の壓力は通例水柱一三〇乃至三〇〇耗を普通とす
スワイト式噴氣器の能力は實驗上左の如き結果を呈す

噴氣の徑

普通氣壓にて一分
間の空氣量立米

1.0 吋	1.7
1.4 吋	7.1
1.9 吋	10.0
2.5 吋	34.0
2.9 吋	56.7

必要なる蒸氣の量 空氣に對する蒸氣割合は發生爐内部白熱層の冷却せざる程度に於て成るべく多きを可とす本章第一節の(二)るものなれども其正確なる數字を定むること容易ならず然れども發生爐が順調に操業せらるる場合に於ては平均一〇%(容積)の蒸氣を用ゆるを宜しとす之を重量に換算すれば約六%の蒸氣に相當す

今左に右の假定を基として燃料消費量を計算すれば炭素の一庇が一酸化炭素瓦斯に變化するためには一三三庇の酸素を要すべし然るに空氣は重量割合にて二三%の酸素を含有するものなるが故に一庇の炭素を燃焼せしめて一酸化炭素たらしむるに要する空氣の量は

$$\frac{1.33 \times 100}{23} = 5.8 \text{ kg}$$

故に一庇の空氣は $\frac{1}{1.49} = 0.171 \text{kg}$ の炭素を酸化せしむ

炭素の一庇が蒸氣を分解して一酸化炭素を形成するには一、三三庇の酸素を要す可し一、三三庇の酸素は蒸氣の一、四九庇に相當するが故に一庇の蒸氣は

$$\frac{1}{1.49} = 0.67 \text{kg} \text{ の炭素を酸化せしむ}$$

今六%の蒸氣を含有する空氣一〇〇庇に對する炭素の消費量を計算すれば

$$\begin{array}{l} 94 \text{ 庇蒸氣} \quad 0.171 \times 94 = 16 \text{ 庇炭素} \\ 6 \text{ 〃 蒸氣} \quad 0.67 \times 6 = 4 \text{ 庇炭素} \end{array}$$

20 庇炭素

即ち蒸氣は炭素全量の五分の一空氣は其五分の四を酸化することに當る

右の計算に所謂炭素とは固定炭素のみを意味し揮發物中に含有する炭素を含有せざるものとす前述の如く炭素の二〇庇に對し六庇の蒸氣を要するを以て炭素の一庇に對し〇、三三庇の蒸氣を要すべし

固定炭素六〇%と有する石炭ありとすれば此石炭一庇に對する蒸氣の量は $0.6 \times 0.3 = 0.18 \text{kg}$ 蒸氣となるべし

又炭素の二〇庇に對し九四庇の空氣を要するを以て炭素一庇に對し四、七庇

の空氣を要すべし即ち前記の石炭一庇に對する空氣の量は

$$0.6 \times 47 = 28.2 \text{kg}$$

然るに空氣の一庇は〇、七七五立米に相當するが故に一庇の石炭に對する空氣の容積は

$$28.2 \times 0.775 = 21.9 \text{ 立米}$$

蒸氣の壓力は六〇封度乃至七五封度を普通とす

三 操業法 今日吾人の使用する瓦斯發生爐は其種類甚だ多くして構造の異なるに従ひ操業法も自ら異なるものなれども大體に於ては著しく相違なきものなるが故に茲にはシーメンス發生爐ドーション發生爐の兩種に付其操業方法を略述せん

シーメンス發生爐 此發生爐操業の始は先づ制止瓣Hを閉ぢ突き孔G裝入口Dを開放し灰溜に溜水し其前面の戸を開放したる儘爐格F上に薪を積み上げて之に點火し火力の盛なるを待て裝入口より骸炭の少量を裝入し徐々に爐内壁の乾燥を遂げ次第に骸炭量を増加し骸炭の火力漸々盛なるに及んで石炭

を装入すれば G D 等の諸孔より盛に黒煙を噴出すべし是に於て不斷此噴出瓦斯に點火を試み其漸く引火するに及て H 瓣を開き G D 及 T 戸を閉ぢ裝入口より時々石炭を装入し噴氣器 A より徐々に蒸氣を吹き込み次第に壓力を高めて作業の常態に至らしむるものとす

ドーウン發生爐 此發生爐操業の最初には先づ爐の頂部及腰部にある小孔(俗に覗き孔又は突き孔及瓦斯降下管上の蓋を開放し水盤に瀝水せざる儘勿論此時は瓦斯降下管の下り瓣は閉ぢられたる儘なり)一方の戸口 T より入りて燼滓を積上げ水盤の深さ以上に達せしめ次に薪を積上て之に點火し戸口を閉ぢ覗き孔より爐内を窺ふて火力の盛なるを待ち裝入口より骸炭の少量を投入し次第に其量を加へて徐々に爐内の乾燥を遂げ骸炭の火力漸く充分なるに及て水盤内に注水し石炭を装入せば瓦斯降下管の上部より盛に黒煙を噴出すべし是に於て漸次石炭を装入し不絶噴出瓦斯に點火を試み其漸く引火するに及て始めて覗き孔を閉ぢ瓦斯降下管の瓣を開き同時に其上部にある鐵蓋を閉ぢ裝入口より時々石炭を装入し一方噴氣器より蒸氣を吹込み徐々其壓力を高めて作

業の常態に至らしむるものとす

發生爐が作業の常態に達すれば裝入口より規則正しく石炭を供給し時々突き孔を開きて噴出瓦斯の色彩壓力等によりて爐内の狀況を察し(此場合に於て炭層内の白熱層比較的低位にあるときは層の表面は暗黒色にして噴出瓦斯は青褐色を帯ぶるを俗に青瓦斯と云ふ反之白熱層比較的上位に昇るときは層の表面は暗赤色を呈し噴出瓦斯赤色を帯ぶるを俗に赤瓦斯と稱す)石炭装入の加減をなす

石炭若くは灰分は多少粘結するもの多く其結果炭層内若くは爐の内壁に沿ふて凝結物又は縦孔を生じ一は空氣の上昇を不均一ならしめ一は著しく瓦斯の成分を劣等ならしむる縦孔は爐内の熱度高く作業正に酣なるときにありては上部の突き孔より窺ふも其状態を實見すること能はざれども爐内の熱度降下(特に灰出後に於て)せるときは明瞭に其存在を認むることを得べし

縦孔及凝結物の構成は發生爐作業中最も厭ふべき顯象第二節の一瓦斯の項及第三節二參照なるが故に努めて其成生を豫防せんがために爐の上部の突き孔より時々長き鐵棒を挿入し炭層内の全面積を探り苟も凝結物の觸るるものあるを感ずるときは悉く之を破壊し去り兼て炭層内を攪拌し層厚の不均一を

匡正すべし

シューメンヌ發生爐灰取の方法は先づ瓦斯瓣Hを閉ぢて瓦斯本道との連絡を斷ち人孔Mを開放して瓦斯の殘部を噴出せしめ以て爐内の通風を助け次に戸口Tを開き鐵棒を爐格の間に挿入し攪拌すれば燼滓の細片は悉く灰溜に落下すべし若し凝結物ありて容易に粉碎する能はざるときは爐格の一二を動し若くは引抜きて其間隙を大ならしめ以て其目的を達するものとす灰溜の内には豫め水を湛ふるが故に熱滓は速に冷却せられ直に戸外に掻き出さる

既に灰取を終れば先づ戸口T及人孔Mを閉鎖しH瓣を開き次に石炭を装入し徐々に蒸氣を送りて瓦斯作業の常態に復するものとす

燼滓の掻出は本作業中最も注意を要する者の一にして燃料層の厚さの變化せざる程度即ち石炭の装入毎に其灰分に相當する丈づつ掻き出すを以て理想とすれ共装入灰取共に機械裝置を應用せざる限りは實行頗る困難なりとす實際に於ては日々回數を定めて灰取作業を行ふが故に其前後に於ける發生爐の能力は著しく降下するを免れざれ共成るべく良好の状態を保たしめんとせば

灰取量の餘り多きに過ぎるを度とし屢々灰取を行ふを可とす然らざる時は白熱層は著しく降下し炭素の一部は骸炭となりて燼滓に混入し空しく爐外に排出せられ炭層は薄くなりて爐内の熱度を減じ暫くは發生爐たるの効力なきのみならず反て他の良瓦斯を稀薄ならしむの惡結果を生ずるに至るべし要するに爐内の熱度炭層の厚さに著しき變化なきを度とし全面積に亘り均一に灰取作業を行ふを以て緊要とす

蒸氣及空氣の割合は最も重要な關係あるは屢々論述せる所の如し噴氣器及煽風機を併用するときは自在に其割合を加減することを得れども單に噴氣器のみによるときは動もすれば蒸氣の過剰に失し蒸氣の過剰は爐内の冷却即ち炭酸瓦斯の増加(第二節一炭酸瓦斯の項參照)を招くものなるが故に炭層の厚さ熱度の程度等に應し夫々斟酌加減するを怠るべからず

石炭装入並に燼滓掻出し共に機械的裝置を應用せるものにおいて上部より不斷石炭を装入し下部よりは不斷其灰分に相當するものを掻出すものなるが故に炭層の厚さの變化及び熱度の降下等を來すことなし特にケルペリー又

はレーマン發生爐の如き種類にありては空氣の分配宜しく而も凝結物の成生を防ぎ發生爐作業を容易ならしむる實に著しきものとす

第四章 シーメンス、マルチン(オープンハース又は平爐)製鋼法

蓄熱式平爐製鋼の方法は主として英國人ウヰリアム、シーメンス兄弟の才能に負ふ所多く其發見以來常にベセマー製鋼法と共に並ひ用ひられしも現今漸くベセマー法を凌駕せんとするの形勢を示すに至れり

初め本法の最も困難とせし所は多量の脱炭鐵を溶解状態ならしめんがため非常の高熱を得るの點にありしがシーメンス氏は數多の實驗と莫大の經費とを抛ち漸く成功の彼岸に達することを得たり

氏は第一に瓦斯發生爐を造りて固形燃料を變形せしめて瓦斯燃料たらしめ次に瓦斯及び其燃燒に要する空氣を蓄熱室に導きて豫熱し更に空氣道瓦斯道を経て爐床に噴出せしめ茲に相會して燃燒を起さしめ始めて非常なる高熱を發生せしむる事を得漸く第一の目的を遂ぐるに至りしが第二の難關は斯る高熱

に應ずる耐火煉瓦特に天井に用ゆる耐火煉瓦の如き高熱並に膨脹收縮に耐ゆるの性質あるものを得るの困難ありしが此障害も漸次に排除せられ遂に一八六七—一八六八年に亘りバーミンガム試験工場に於て漸く本製鋼法の成效を告げ古軌條鑄鐵其他之に類する材料を利用し多量の銻鋼製出を見るに至れり初めシーメンス氏の用ひたる製鋼原料は重に銻鐵及鑛石にして古鐵を加入するは其主眼とする所にあらざりしが當時佛國のマルチン氏は本問題に付研究の結果鑛石を用ひずして銻鐵と屑鐵との配合により所要の銻鋼を産出することを案出し此方法を名けて特にシーメンス、マルチン法と云ひ以てシーメンス法(銻鐵と鑛石)と區別せしが此區別は久しき以前より全く其意義を失し何れの場合に於ても銻鐵、屑鐵、鑛石を併用するを以て一般とせり

一八六八年始て英國ランドアに於て建造せられたる平爐は僅に數匁の容量に過ぎざりしが其後次第に容量を増大し今日にては四十匁乃至五十匁の容量を有するもの少からず將來は蓋し一層の増大を見るなるべしシーメンス法の變形なるタルボット法に用ゆる平爐の如きは現に二百匁の容量を有するもの

あり

第一節 平爐の構造及附屬設備

一、オープンハース爐又は平爐 平爐を別て左の二種とす

第一 固定式 ステーションナリ 溶解室固定せるもの

第二 傾注式 チルト 溶解室の全體が必要に應じて一定の向に傾斜し得るものにしてカメル式ウエルマン式の二種類あり

右二種共何れも左の諸部分より成る

イ 溶解室及左右噴出口

ロ 空氣及瓦斯蓄熱室二對並に之より噴出口に通る空氣道及瓦斯道

ハ 空氣及瓦斯變更瓣及び之より蓄熱室に至る空氣道及瓦斯道並に之より煙突に至る煙道

ニ 煙突

(イ) 溶解室及左右噴出口 溶解室は爐床、大天井、前壁、後壁等より成り噴出

口は瓦斯及び空氣の兩部分に別たる共に平爐中最も肝要なる部分に屬す爐床は通例長方形なる鐵製箱に耐火物の裏積せらるものより成り舊式のものにありては直に蓄熱室天井の上部に安置せられたりしが第五十圖新式のものにありては第五十一圖に示すが如く鋼桁及び鋼柱を以て支へられ全く蓄熱室天井と分離せしめ空氣をして自由に其底下を流通せしむ

爐床の形狀は中窪の楕形にして其深き一端に出鋼口ありて其前面は前壁、後面は後壁によりて限られ左右は噴出口に接す上部床底より一、五米高は大天井厚さ二二五、二五〇ミリを以て蓋はる

爐床は裝入物を溶解して製鋼作用を遂ぐる所にして其の大きさは裝入量、裝入物の配合、製鋼の方法等により異り深さは最深部に於て四〇〇—八〇〇耗通例五〇〇耗とす爐床甚しく深きときは酸化作用を緩慢ならしめ製鋼時間の延長を來すものなるが故に銑鐵を多量に配合する場合に於ては成るべく淺きを以て得策とす爐床の面積は裝入物一

廬に付〇、八一、二平米の間にあり而して其長さ幅との比は $\frac{1}{2}$ 乃至 $\frac{1}{3}$ を以て通例とす

前壁は其下部に於て五〇〇—七五〇耗上部に於て三八〇—五〇〇耗の厚さを有し通例三乃至五個の装入窓を備ふ後壁は其下部に於ては六〇〇—九〇〇耗上部に於て三八〇—四五〇耗の厚さを有し一個の出鋼口(徑一五〇—二〇〇耗)及二個の銑銑裝入口(徑二五〇—三〇〇耗)を備ふ

左右の噴出口は最も大切なるもの一にして各、空氣及瓦斯の兩部に類たれ空氣及瓦斯は一方の噴出口より進出し爐床面にて燃燒して高熱を起し其燃燒產物たる高熱の廢棄瓦斯は他方の噴出口より逃れて蓄熱室に入り其自熱を放出して煙突より大氣中に散出するものとす凡そ瓦斯の燃燒宜しきを得ると否とは爐の製産力に影響する頗る大なるものあり而して瓦斯燃燒の可否は噴出口の構造配置に關係す苟も構造宜しからざれば爐内の熱度未だ昇らざるに或は大天井を熔損

し或は前壁若くは後壁を熔蝕する等の故障を生ずるものなるが故に其構造に付ては計畫築造共に最も細心なる注意を拂ふべきものとす要するに瓦斯をして噴出口を出るや否や速に完全燃燒を起さしめ而も火焰の方向をして常に爐床に向はしめ苟も天井前後壁に吹付ざる様計畫築造すべきなり

火焰をして常に爐床に向はしむるがため瓦斯噴出道は一八一—二二度の斜傾をなさしむるを普通とし空氣噴出道は更に餘分の傾斜三十度位迄を有せしめ以て瓦斯空氣の混和を助長せしむべし而して此傾斜線の交叉點は爐の中心線を越えしむるべからず但し噴出口の傾斜急なるものは其緩なるものに比して火焰の酸化力強く從て製鋼作業を促進するの利あるを以て裝入物の種類製品の品質に應じ適宜其度を定むるを可とす第五一圖に示せるものは空氣噴出口三瓦斯噴出口二より成り互に相交錯するが故に空氣及瓦斯の混和を容易ならしめ好く完全燃燒を起すものなり

以上略述せる如く噴出口の形狀及大さは平爐々體中最も大切なる所にして諸工場各其特種の事情に應じ夫々計畫築造するものなるが故に其種類多種多様にして第五十一圖即ち吾工場のもの如きは單に其一例に過ぎず

瓦斯噴出口の數及面積は爐の大きさ及び瓦斯の性質等によりて變化すべきものにして必しも一定せざれども數に於ては一乃至二個面積に於ては $2 \times 320 \times 380$ (二三〇) 兩の爐を標準として位を以て普通とす而して爐の容量の増加する程又瓦斯の成分の優良なる程其面積を狭むることを得るものなり

空氣噴出口は數に於て一乃至三個面積に於ては瓦斯噴出口の面積に比して稍や大なるを通例とす

兩噴出口面積の割合は瓦斯の壓力、煙突の吸込蓄熱室の大きさ等により甚き相違ある者なれ共大底 1.5 又は 1.2 位なるもの多し

(ロ) 蓄熱室 蓄熱室は空氣及瓦斯の二に別たれ左右各一對を具ふ其内部

は空氣瓦斯若くは廢棄瓦斯の通過に際し熱の吸收放散に便ならしめんがため耐火煉瓦を格子狀に積み重ね成るべく接觸面を大ならしむ格子煉瓦の形狀寸法等は一定せざれども格子の目の大きさは約八十平方のもの多し

蓄熱室の目的は鎔解室より逃出する餘熱を回收利用するにあり今少しく之を説明せん左右蓄熱室の何れかの一對を通じて空氣及瓦斯を送り鎔解室内にて燃燒せしむる時は其燃燒產物たる廢棄瓦斯は可なり高熱の儘にて他の一對の蓄熱室を通過して煙突に逃るが故に蓄熱室内格子煉瓦は次第に加熱せられて遂に赤熱以上の高熱に達すべし是に於て變更瓣の作用によりて空氣及瓦斯の方向を轉換すれば先に廢業熱を蓄積せる蓄積室は今や鎔解室に進入すべき空氣及瓦斯の通路となり其蓄積熱を放散して空氣及瓦斯を豫熱しつつ次第に冷却せられ先に空氣及瓦斯を豫熱せし一對の蓄熱室は今や煙突に遁出する廢棄瓦斯の通路となり其廢業熱を吸收して次第に加熱せらるべし

斯の如く時々空氣及瓦斯の方向を轉換して左右蓄熱室をして交互に熱の蓄積若くは放出をなさしめ廢棄熱利用の目的を達するものとす。抑も瓦斯の完全燃燒を容易ならしめんとせば瓦斯に比し空氣の豫熱を充分ならしめ同時に空氣の供給を豊富ならしめるの必要あり然るに瓦斯は通例壓力を有すれども空氣は單に煙突の吸風力に依頼するに過ぎざるものなるが故に瓦斯蓄熱室に比し空氣蓄熱室を大ならめ以て其釣合を保たしむ其割合は $\frac{1}{2}$ 又は $\frac{1}{3}$ にして空氣室内格子煉瓦占有容積は裝入物一噸に對し二立米を以て適度とす。凡そ平爐作業に於ては鐵鑛の微粉、石灰粉、鹽基性の場合、鋼滓の細末等が廢棄瓦斯に伴れて蓄熱室に入りて格子煉瓦の表面に附着し之を熔蝕すること夥しきものあるが故に今日にては噴出口と蓄熱室との中間に鋼滓室と稱する一小區劃を設け、第五十一圖廢棄瓦斯中に浮遊する熱塵の大部分をして蓄熱室に入るに先て此室内に分離せしむ時としては爐内の裝入物が鎔解作業進行中に於て劇烈なる沸騰の結果鋼

滓が噴出道を越て溢出するが如き出來事の場合に於ても鋼滓は鋼滓室内に止り決して蓄熱室に侵入するの憂なし左れば鋼滓室の挿入は唯に煉瓦を節約するのみならず爐の壽命を長からしめ而も其能力をして長く活潑ならしめる等實に重要な事柄なりとす。噴出口、鋼滓室、蓄熱室は夫々耐火煉瓦より成る瓦斯道及空氣道によりて相接續すること第五十一圖に示すが如し。

(ハ)

空氣及瓦斯變向瓣と空氣道、瓦斯道、蓄熱室は耐火煉瓦より成る左右各一條の瓦斯道及び空氣道によりて瓦斯及空氣變向瓣に接續し變更瓣は更に耐火煉瓦より成る一條の煙道によりて煙突に連絡す。變向瓢は廢棄瓦斯、空氣及び瓦斯の爐に出入する方向を轉換する装置にして各一個の加減瓣を具ふ。

加減瓣は第五十三圖に示すが如く簡單なる蓋狀瓣に過ぎず然れ共變向瓣は構造稍複雑にして種類も亦多く苟も好結果を收んとせば特に製作に注意すべき者とす。就中瓦斯變向瓣にありては瓣鈹の一方には

發生爐瓦斯他方には廢棄瓦斯ありて互に反對の方向に流通し共に頗る高熱なる場合あるが故に瓣飯は容易に歪を生じ易し斯る状態にある變向瓣をして長く瓦スの漏出なからしめんことは甚だ難事なりとす第五十三圖に示せる蝶形瓣は從來能く其用を辨せし者にして今日尙汎く用ひらるる者なれ共而も瓦斯變向瓣としては固より適當なる者に非ず其構造は甚だ簡單にして鑄鐵製の瓣函内に適合する鑄鐵製若くは鑄鋼製の瓣飯あり此瓣飯は其中央部を貫通する軸を以て支へられ別に軸の一端に取附られたる槓桿の作用によりて左右に轉換せらるるものなり(第五十二圖其長所と認むべきものは構造簡單なると面積を占むる少きとの二點にあり吾平爐工場に用ひる空氣變向瓣即ち是なり瓦斯變向瓣は其種類甚だ多けれども尤も實用に供すべきものは鐘形變向瓣及フオルター變向瓣の二種とす

鐘形變向瓣は鐵飯製圓筒形タンクを倒に伏せたるものにして第五十四圖に示すが如く其内部は隔壁を以て二分せられ其下縁は⊕形の水

盤中に沈下するものなり此水盤の四つ目孔の相對する二つは左右の瓦斯蓄熱室に連續し他の二は瓦斯本管及煙突に連續す此變向瓣轉換の方法は相當の裝置によりて先づ少く吊り揚げ次に水平に九十度の回轉をなさしめ更に水盤内に降下せしむるものなり

フオルター變向瓣は第五十五圖に示すが如く長方形の水盤瓣函及び半圓形瓣の三部分より成る水盤には左右及中央の三孔あり左右兩孔は瓦斯蓄熱室に連り中央孔は煙突に連續す水盤上には頑丈なる鐵飯製瓣函安置せられ其上部には瓦斯道管に連續すべき孔あり在右兩端には瓣函内の掃除等に便にするため大なる入口ありて鐵蓋を備ふ瓣函の内部には鐵製の半圓形瓣ありて瓣箱の外部より槓桿の作用によりて左右に轉換せられ圖中に示すが如く夫々蓄熱室と連絡せしむ凡そ變向瓣が位置變換の中途にある時即ち左右兩蓄熱室が共に煙突と連絡するの位置にある時は之を稱して半回轉の位置と云ふ

(三) 煙突 平爐製鋼作業中時々空氣瓦斯の方向を轉換するの必要あるは

既に記述せる所の如し斯く空氣及瓦斯をして自在に流通運動を起さしめんがため爐毎に必ず一基の煙突を設く而して爐内の通風の良否は直接其生産力に影響する著しきものあるを以て勢ひ其寸法を稍や大ならしめ別に斷^{ダン}鋸^バを設て其吸風力を加減せらるる様にし爐内の狀況天候の模様等により随意に爐内の通風を調節するを便とす

カメル式傾注爐 此傾注爐は米國人カメル氏の計畫せるものにして一八八九年始めてペンシルバニア製鋼會社に於て使用し始めたものなり其形狀は第五十六及第五十七圖に示すが如く鎔解室は弧形ローラーの上に安置せられ横置水壓筒Bによりて左右の噴出口の中心線を軸として傾斜せらる

鎔解室の左右兩端には楕圓形の孔ありて噴出口と相對す而して鎔解室の回轉軸は噴出口の中心線と一致するが故に此相對する兩孔は爐體の回轉の都度互に相喰違ふことなく從て爐體並に蓄熱室等が空氣のために冷却せらるること少し

ウエルマン式傾注爐 此傾注爐の形狀は大體に於てカメル式のものと同

同様なれども唯だ其異なる點は回轉軸が噴出口の中心線と一致せざるにあり從て其回轉の方法稍や異りカメル式の如く弧形ローラーの上を回轉せず爐體は其底部に取附けられたる鋼製弧片によりて鑄鋼製水平臺に安置せられ直立可動水壓筒によりて一定の角度の間を傾斜す即ち其回轉軸は全く鎔解室の底下にあるが故に左右噴出口及び之に對する鎔解室入口は爐體の回轉の都度全然喰ひ違て爐體並に蓄熱室内に冷氣を侵入せしむること比較的多しとす

二 裝入機^{チャイムマシ} 平爐の裝入は往古専ら人力によりしものなりしが次第に爐の容量を増加するに従ひ空く裝入時間の延長を來し平爐作業の促進を碍ぐることを夥しきを以て此缺點を補はんが爲種々なる機械的裝入法案出せられ人力裝入方法と並び行はるるに至れり此機械裝置を名けて裝入機と云ふ

人力によりて裝入する方法は頗る簡單にして單にヒール^(第六十五圖S)若くは普通のショベル^(獨乙にて)を以て適宜に爐内に裝入するに過ぎず吾平爐工場にてはウエルマン^{ハイムマン}高型電働裝入機^{ハイムマン}を用ゆ

ウエルマン裝入機 裝入箱に積載せられたる原料は裝入臺車によりて爐の

前面に送附せられ更に装入機によりて爐内に装入せらる

第五十八圖は平爐装入臺車及高型装入機等の断面を示す

此装入機の運轉方法は第一に装入桿(A)を前進せしめ其頭部扁平の部分装入箱(D)の前端筐内に嵌め込み次に桿槓(C)によりて止め棒(B)を前進せしめ其尖端が装入箱前金物中央の凹所に突入するに至らしめ以て装入箱の脱落を拒ぎ装入箱を持ち更に装入桿を爐内適當の位置に前進せしめ次に之を回轉して箱中の原料悉く爐床上に落下するを待つて空箱を爐外に引出し装入臺車上に卸し止め棒を引抜き装入桿を箱より分離せしむ装入桿(A)は中空にして其内部には止め棒(B)ありB棒は桿槓(C)によりて前後に運動せらるるものとす

右の外低型ロータイプウエルマン電働装入機、起重機形架空電働装入機等あり低型ウエルマン装入機は高型のものと同じく床上の鐵道線路上を走るものにして單に其構造の著しく低きに過ぎず起重機形架空装入機第六十三圖参照は今日多く新設工場に用ひらるるものにして其鐵道線路は高く鐵梁上に懸り床中には一の障害物をも止めざるが故に作業上頗る便利なり吾第二平爐工場に用ゆるも

の即ち之なり(第六十三圖参照)

三 工場の配置 平爐工場諸装置の配置は諸工場各其趣を異にすれども要するに

一、地盤面に對し爐の高低の關係

二、鋼塊鑄造の方法の差違

等によりて自ら其排列の相違を來すものなり今其最も著しき實例を示さば北米合衆國ピッツバーク市ホームステット舊平爐工場第五十九圖及びペンコイド村ペンコイド平爐工場第六十圖の如きものにして斯く多數の起重機を設備するの理由は何れも鋼塊鑄造インゴット、カスレング、ピット用鑄溝を成るべく平爐の前面より隔離せんとするの目的に外ならざるなり

此兩工場の配列は起重機を要すること頗る多數にして甚だ不經濟なり若し平爐の爐體を高く地盤面上に露出せしめ其鎔鋼流出樋と地盤との間に鑄鋼を容るるに充分なる間隔を存せしめ水壓鑄鍋起重機に代ゆるに鑄鍋車(第六十一圖)又は電働架空起重機(第六十二圖)を以てせば著しく起重機の數を減ずること

を得べし蓋し鑄鋼車を用ゆるものによりては鑄鋼作業は必ず長さ一直線の鑄溝内に限られ而も此鑄溝は平爐の出鋼樋の直下にあるが故に作業上頗る困難あるを免れざれども電働架空起重機を用ゆるときは其架徑スパンの長さ運轉距離との達せらるる範圍内に於て何れの所にも鑄塊作業を辨ずることを得而も揚程の許す限り鑄溝以外の諸作業をも行ふことを得べく且又必要に應じて臨機鑄型及鋼塊用起重機に兼用せらるるの便益あり

第六十二圖はホームステッド新平爐工場第六十三圖は新に建設せらるべき吾新平爐工場の豫想圖なり

爐の後面床下には空氣及瓦斯變向瓣等を配置するを普通とす

瓦斯發生爐工場は或るべく平爐工場と分離するを可とす第六十二圖に示せるホームステッド工場にては自然瓦斯を利用するを以て必しも瓦斯發生爐工場の必要なければども發生爐瓦斯を用ゆる場合に於ては第六十三圖に示せるが如く平爐瓦斯工場間に相當の間隔を存せしむべし圖中煙突の左側に示せるは大瓦斯道にして瓦斯は之より分岐する小瓦斯道を傳ふて瓦斯變向瓣を経て

爐内に導かるるものなり

四、酸性法と鹽基性法との區別 平爐製鋼法にも轉爐製鋼法の場合と同様酸性鹽基性の二法あり(第二章第六節)而して其區別の存する所も亦轉爐の場合と同様にして平爐々床に硅石質材料を用ゆるものを酸性とし鹽基性若くは中性材料を用ゆるものを鹽基性法とす

酸性法にては脱磷除硫共に絶対に不可能なるを以て其原料には専ら純良なる銑鐵屑鐵等を撰ぶの必要あるも鹽基性法にては脱磷は勿論場合によりては除硫の目的をも達し得らるるを以て其原料としては殆ど如何なるものをも利用し得らるるの特徴あり

第二節

酸性法

一、爐内煉瓦積方附乾燥方法 爐體は全部優良なる硅石煉瓦を以て積上るを宜しとするは勿論なれども強て等級を區別すれば蓄熱室より上部は一等質蓄熱室周壁及格子煉瓦(小きき爐にてはシヤモツト煉瓦を用ゆることあり)は二等質を用ゆるも可なり而して

蓄熱室變向瓣間の空氣道及瓦斯道、變向瓣及び煙突間の煙道等はシヤモット煉瓦若くは蠟石煉瓦を使用するを可とす

噴出口、大天井、前後壁等は最も高熱に曝露せらるる部分にして其耐力の強弱は直に爐の命數に關するものなるが故に其煉瓦積には材料作業共に周到なる注意を要すべし

煉瓦積用モルターは耐火力其他總て煉瓦と同質なるを理想とするものなるを以て硅石煉瓦には硅石モルター(硅石粉と粘土との配合物)シヤモット煉瓦にはシヤモットモルター(シヤモット粉と粘土との配合物)を用ゆ而して是等モルターにして可成的煉瓦と同質ならしめんとせば必ず粘土混入の割合を一定する必要があるものにして濫りに粘土の量を増加する時は其耐火度を著しく降下せしめ從て爐の命數を短縮せしむるの恐ありとす

要するにモルターは成るべく少量の粘土を混入せるものを用ひて極て細目地に積上るを肝要とす特に厚き壁の煉瓦積をなすに方り壁の内部に煉瓦一枚に満たざる空隙あるとき之を煉瓦の小片及モルターを以て塗埋する等のこと

は往々目撃する所にして畢竟するに赤煉瓦積習慣の致す所に外ならざれども苟も耐火モルター普通セメントとの差違を辨別するときは耐火煉瓦積をなすに當りては斯る作業は絶対に禁止せざるべからざるものなり

大天井及蓄熱室内格子煉瓦等は全くモルターを使用せざるを普通とす此積方を空積カフズミと稱す

爐の煉瓦積完成の後は直に之を乾燥すべし即ち第一に煙突の吸風を促すの要あるを以て其直下に薪を焚きて吸引力を誘起せしめ固く空氣及瓦斯加減瓣を閉ぢ變向瓣を半回轉にし鎔解室若しくは特に設備せる前爐にて薪を焼き徐々に火力を盛んにして約二晝夜に及ばしめ更に鎔解室に骸炭を投入し盛に焚燒せしむること約四五晝夜の後瓦斯を通入するものとす

瓦斯通入の方法は最も注意を要するものにして苟も其順序を誤るか如きことあるときは忽ち瓦斯の爆發を起し非常の損害を醸すことあり要するに瓦斯道内に於ては決して空氣と瓦斯と混ぜざる様注意するを肝要とす今順序を左に略記すれば

第一平爐裝入窓を開放し變向瓣を半回轉し空氣瓦斯の加減瓣其他爐の各部の人孔を叮嚀に閉塞し熔解室内の瓦斯噴出口の前面に充分の火力を貯ふべし而て瓦斯を爐内に通する前に瓦斯道内の空氣を排除する必要あるが故に先瓦斯本道中にて瓦斯發生爐より最も遠き人孔の一部を開放したる儘瓦斯を通入すべし但此際に於る瓦斯の壓力は成るべく高きを安全とす斯して此開放せる人孔より瓦斯を噴出せしむること少時の後試に瓦斯に點火し其焚燒確實にして消滅するの憂なきを見れば直に之を閉塞し瓦斯加減瓣を全開すべし此時變向瓣は稍半回轉の位置にあるが故に瓦斯は直に煙突に逃出し瓦斯道内の空氣全部を排出すべし是に於て瓦斯變向瓣を一方に轉換すれば瓦斯は完全に爐内に進入し瓦斯噴出口より迷出するや否や空氣と火焰とに遭遇し靜に焚燒すべし此際時としては小爆發を起し噴出口前の火焰を吹き消すことあり斯る場合に於ては速に瓦斯瓣を閉ぢ噴出口前の火焰を再び盛ならしめ瓦斯通入を繰返すべし瓦斯の焚燒漸く安靜なるを認むれば兼て全開せる瓦斯瓣を加減し瓦斯量を制限し空氣瓣を少く開き裝入戸口の一部を開きたる儘二三時間に及ばし

むべし然る後總て右同様の注意を拂ひて第一に瓦斯變向瓣次に空氣變向瓣を轉換し他の噴出口より瓦斯を通入すること復た二三時間に及ばしむべし而して次第に變向時間を短縮せしめ遂に二十分間變向に至りて止るものとす

二、爐床附方 平爐煉瓦積乾燥を終れば直に爐床スタンプ若くは燒付作業に移るものとす其方法左の如し

第六十四圖は熔解室の縦断面にして底飯の上部一面はコバ立一段若くは平に二三段の硅石煉瓦を敷詰め別に左右噴出口より中央に向ひ階段狀に硅石煉瓦を積み上げ爐床縁堤の土臺たらしむ(第六十四圖參照)

爐床材料は多くは硅石末(豌豆大に細粉し二乃至四%の粘土を混入す)を用ひ爐床の厚さ五一〇乃至二〇〇耗なるときは少く水分を與へて搗き固め乾燥の後徐々に熱を加へて遂に全部熔結するに至らしむるの方法を行ふことあれども其厚さ五〇〇耗以上なるときは燒附をなすを通例とす

爐床の燒附を始める前先づ爐床出鋼口を造ることを要す其方法は兼て後壁の中央下部に設けたる出鋼口壁孔の外側より爐床の厚さより稍や長き木栓若

くは鐵栓を嵌入し其周圍を硅石末を以て搗き固め充分に固着せしめ鐵栓を抜き去り(木栓の場合は其儘にて可なり)爐の内側より無煙炭を其孔内に詰め込み外側よりは粘土を以て搗き固め次に爐床の燒附作業に移るものとす

最初の一回は成るべく砂岩サンドストーン若くは花崗岩の細片の充分乾燥豫熱せられたるものを取り硅石煉瓦の表面に平均に撒布し三十分毎に變向瓣を轉換して熱の上昇を促し遂に是等細片が半ば熔解して硅石煉瓦に固着するに至りて始めて硅砂を投入し長さ鈞フック第六十五圖H)を以て之を均し約半吋の厚さに達せしめ數時間加熱し其全く熔結するを待つて更に約半吋の硅石末を投入し再び之を熔結せしめ次第次第に約半吋づゝ其厚さを加へ遂に所要の形狀及厚さを備ふるに至りて止むるものとす

爐床材料として適當熔解せずしてなる硅砂を産出する國々にては特に硅石末を製するの煩なく直に之を利用す英國のシルバー、サンド、埃國、グイエン、ナ、附近より産出する硅砂の如き然り時としては數種の硅砂を配合して極めて純粋なるものと、適當の熔結性を有せしめ之を利用することあり

三、操業法 爐床既に完成を告ぐれば第一に爐床を堅固ならしめんがため一回の假裝入をなすを通例とす假裝入とは全裝入量の約六分の一に相當する銑鐵に赤煉瓦屑若くは銅滓(勿論酸性の)の幾分を加へたるものにして其熔解するやラツプル(第六十六圖K、獨乙)を以て烈しく攪拌して爐床の縁堤を洗ひ流さしめ出鋼口を開きて熔解物を流出せしむ其流出鐵は直に屑鐵置場に送附し製鋼原料たらしむ

米國にては假裝入に銑鐵を用ひず専ら酸性銅滓のみを裝入して前同様の方法をなす

假裝入の後三四回の間は裝入量を稍や少からしめ其配合は銑鐵を多くし屑鐵を少くすべし而して次第次第に裝入全量屑鐵量共に増加せしめ遂に作業の常態に達せしむ銑鐵と屑鐵との配合は土地の狀況により異なるものなり即ち銑鐵の成分屑鐵の性質及量に關係するものにして英國にては銑鐵七〇%乃至八〇%屑鐵二〇%乃至三〇%を通例とす

抑も酸性平爐内に於ては脱磷脱硫共に絶対に不可能に屬するが故に其原料

たる銑鐵屑鐵の化學的成分は何れも極て純良なるものを選びざるべからず而して斯る精良なる原料を得ることは比較的困難にして其價格も亦廉ならず之れ酸性法施行上の一大困難なりとす

左表は英國に於る酸性平爐作業に於て良質の鋼を産出するに適する銑鐵の成分を示す

	1	2	3	4
炭素	3.500	3.200	3.640	3.600
珪素	1.890	2.350	2.520	2.100
硫黄	0.030	0.040	0.025	0.030
磷	0.035	0.038	0.030	0.032
錳	0.700	0.680	0.900	0.880

若し又極て純良なる鋼を製出せんとする場合に於ては特種の英國産へマタイト銑若しくはスエデン産銑鐵を用ゆるを要すべし然れどもスエデン銑は頗る

高價なるを以て特種の^{ハイカーボンスチール}高炭鋼を製する場合の外は通例英國産へマタイト銑を以て充分なりとす

屑鐵の磷、硫黄含有量も亦成るべく少きを要するは勿論にして如何なる場合に於ても兩元素共に〇、〇五%を超過せざるを要す

酸化鐵は爐體を侵蝕するものなるが故に輕屑裝入の際には成るべく爐床に接觸せしめざる様注意するを要す此理由によりて英國にては第一に銑鐵を裝入して爐床を覆ひ其上に屑鐵を裝入するを以て殆ど通則とす然れども此事たるや輕屑の場合に於ては其酸化の速なるにより頗る注意を要すべきも重屑の場合に於ては著しき影響なきが如し

裝入を終れば斷へず爐の内外の状況と瓦斯焚燒の様態とを看守しつつ各二十分間毎に變向瓣を轉換して裝入物の鎔解を待つべし斯くすること約三時間の後には裝入物は全部鎔解すべし是に於て試料杓を以て第一回試料を汲み取り小鑄型^{第六十六圖}の又^Mは縦に長きもの^に鑄入す此時鎔鐵の流動狀、色彩並に凝結の狀態^{火花の散放具の影}等を注視し以て略ぼ熱度の具合脱炭の程度を察す而し

て其漸く凝結するを待て速に鑄型より抜き取り直に冷水に浸して折斷するか若くは一旦錠を以て扁平に鍛造し冷水に浸して兩斷し共に其斷面の色彩、組織等によりて精鍊作業進行の度を判定す

装入物は通例第一回試料の炭素含有量が稍や高きに過るを度として配合せらるるを以て第一回試料試験の結果は大底酸化劑投入の必要を認むべし此場合に於ては良質の鐵鑛(一時に多量の鐵鑛を投入する時は劇烈なる沸騰を起し装入口に溶解物の溢出するの恐あるが故に臨機其量を加減すべし)を投入し暫くして沸騰の靜止せる頃第二回の試料を取りて其斷面を檢するこゝと前の如くし脱炭猶不充分なれば更に鑛石を投入す次第に斯の如くして遂に炭素の大部分酸化し去らるるに至るべし若し又脱炭の過度を見るときは直に良質の銑鐵を追加し以て豫定の含炭程度に復さしむべし

炭素の含有量低き極軟鋼又は汽罐飯の類を製せんとするときは先づ炭素含有量約〇・一二%に降下せしめ次に著しく之を増加せしめざるの程度に於て少量の銑鐵追加をなし以て鎔解鐵の沸騰を促し最後に滿俺銑を加入す滿俺銑加入の仕方は先づ所要の滿俺銑を豌豆大に碎き鎔鋼が平爐出鋼口より鑄鍋に流

入するの際其流れに加入せしむるを一般とすれ共場合によりては其大塊を爐内に於て追加することもあり

炭素の含有量高き酸性鋼の用途は主として車軸、外輪、發條、銃砲、鋼線、裝甲板、鋼鑄物及工具鋼の一部なりとす。

右の如き平爐鋼を製出する方法を大別して三とす

一、銑鐵装入若くは銑鐵と屑鐵との配合装入を通常の如く作業し其精鍊進行中豫定の炭素含有量に降下せしときは直に出鋼する法

二、装入物を比較的完全なる脱炭程度に達せしめ更に銑鐵若くは鏡スチール銑又は

此兩銑を併せて爐内にて加入し以て豫定の炭素含有量に復炭せしむる法
三、第二の場合と同様の脱炭程度に達したる後タービー法又は他の加炭法によりて爐の外部にて豫定の炭素含有量に復炭せしむる法

車軸材を製する場合に於ては第一法を行ふを以て一般とするも特に優良なる製品を製出せんとするときは第二法を行ふを普通とす外輪、發條、鋼線材の如きものにして炭素含有量〇・五%以上に達する硬質のものは通例炭素含有量約

〇、二〇—〇、三〇%に降下せしめ更に銑鐵加入によりて爐内にて復炭せしものを通例とす

第二法の作業を行はんとするときは銑鐵及屑鐵の配合装入物を極て叮嚀に溶解精鍊し炭素含有量約〇、三〇%に降下するの頃には鋼滓も亦充分成熟の状態に達する様にし試料を汲み取り着色試験によりて炭素の含有量を檢出す此時の試料断面は組織緻密にして氣泡又は蜂房組織等の存在せざるを要す若し鐵若くは鋼滓の何れにても良好ならざるときは少量づゝの銑鐵追加をなし以て精鍊を繼續し兩試料共に満足の程度に達せしむべし是に於て豫定の復炭に必要な銑鐵を爐の縁堤に並列し徐々に溶解流入せしめ能く攪拌しシリコスビーゲル、フェロマンガニースを加し然る後出鋼すべし

フェロマンガニースの加入は爐内若くは爐外に於てすること極軟鋼の場合と同様なれども鋼の滿庵含有量〇、六%以上の者においては爐の内部に於て加入する方滿庵の均等普及を得るの點に於て比較的優れりとす

復炭用銑鐵加入の量は其炭素含有量を基として計算せらるゝものなり而し

て爐の縁堤より滴々流下するの間に炭素の一部分酸化し去らるゝは勿論なるが故に銑鐵加入量には炭素含有量により算出せらるゝものに比し豫め幾分の加算をなすを普通とす炭素酸化の量は銑鐵中に含有せらるゝ、硅素の量に關係す即ち硅素高きときは炭素の酸化せらるゝこと少く硅素分低きときは之に反するものとす

フェロマンガニース、シリコスビーゲル、フェロシリコン等は夫々一定の炭素を伴ふ者あるが故に炭素加入量計算の際には其算入を忘るべからず

炭素含有量高く硅素分低き鋼を製せんとする時は鎔鋼が流出樋より鑄鍋に流入するの際無煙炭の細粒を之に投入すれば頗る好結果を奏すべし但し無煙炭末は鎔鋼流出高約全量の四分の三に及ぶ頃迄に全部の加入を終り直にアルミニウムを投入して鋼塊を堅緻ならしむべしアルミニウム加入の量は大に考慮を要すべきものにして(第五、三章)加入量過少なる時は鋼塊は蜂房をなし加入量過多なるときは大體に於て鋼塊は緻密なれども甚しくパイプを生ずべし外輪材の場合に於ては其組織緻密にして脆性なからしむると同時に著しく

硬度を與へ以て輪底トルソの磨滅を少からしむるの要あるが故に必ず硅素の一定量を含有せしむるを利益ありとす。硅素加入の方法は銻鋼出鋼前にフェロシリコン又はシリコスपीゲルを爐内に投入するを普通とす而してフェロシリコン又はシリコスपीゲルの含有する硅素分の内約三分一乃至四分一は空しく酸化し去らるゝものなるが故に豫定の硅素加入量を得んとせば是に上記の消耗數量を加算するの必要あり。假令ば銻鋼に〇、一五乃至〇、一八%の硅素を加入せんとせば實際に於ては硅素約〇、二二%を加入するに相當するフェロシリコン若くはシリコスपीゲルを投入するを要すべし。

凡そ硬鋼軟鋼の別なく銻鋼の鑄塊熱度は鋼の性質に重要な影響あり。單に理想より云ふときは銻鋼の熱度は鑄鍋より悉皆流出し得るを限度とし一旦鑄型に鑄入せらるゝときは成るべく速に固結するを以て最も可なりとす。換言すれば鑄塊熱度は低き程鋼の性質を優良ならしむるものなり。此事たるや世人の左程重要視せざる問題なれども實は吾人製鋼業者が日常苦心慘憺尙ほ企て及ばざる所なるを以て特に此點に關する注意と努力とを怠るべからず。

出鋼ダンプの際鋼滓が濃厚にして粘氣あるときは種々なる困難を醸すものなるが故に可なり流動性を有せしむるを要す。若し鋼滓が濃厚にして粘性强き傾向あるときは石灰の少量を加へて稀薄ならしめ兼て流動性を増さしむべし。然れども餘り稀薄なる鋼滓は又た甚だ禁物なり。何となれば此種の鋼滓は通例鐵若くは滿俺の酸化物を含有すること多く従て銻鋼の酸化過度に陥り易く所謂荒き湯を生ずるの恐あるを以てなり。特に銻鋼が約〇、五%若くは其以上の炭素を含有する時之に對し全然酸化作用をなさず而も適度の流動性を有する成熟鋼滓を造ることは非常の難事に屬す而して出鋼時に於ける鋼滓が全く成熟状態にして毫も遊離酸化物を含有することなきに非ざれば鋼中に含有せしむべき炭素量を確實不易ならしむる能はざるなり。

要するに出鋼前の鋼滓は極て平滑にして適度の流動性を有すべく更に之を詳言すれば成るべく遊離酸化物を含有せずして可なり濃厚に而も流動し易く決して粘り氣なきを要す。

抑も鋼滓の状態は製鋼作業中最も肝要なることに屬し實地操業に當りては

須臾も忽にする能はざるものなり而して其良否の判定は獨り實地の經驗によりてのみ會得せらるべきものなるを以て本作業實地練習に方りては特に此點の注意を怠るべからず

出鋼の方法は先づ栓前の外部猶固結せざる部分を掻き除け徐々に内部に進入し遂に固結せる硅石壁に達すれば兩手錠若くは更に大なる鐵錠を以て鑿之に打込み其尖端をして硅石壁を貫通せしむべし是に於て鑿の一端にドックと稱する返し楔子を附し錠を以て逆に此楔子を打撃して鑽を抜き取れば鑄鋼は此小孔より徐々に流出す此時爐の前面裝入口より長き鐵棒(ブリツカーバー又はスタンデー)を爐内に挿入して鑄鋼の流出しつつある小孔を衝き破り鑄鋼の流出適度なるに至らしむべし

出鋼口をして常に良好ならしむるは本作業の中最も重要にして而も頗る困難なることに屬すれども要は毎出鋼を終りたる後孔の内面に地金及び鋼滓を附着せしめざるにあり此故に出鋼を了りたる後は仔細に出鋼口の内面を檢し苟も地金若くは鋼滓等の附着せるを認むるときは速に之を取り除き然る後無

煙炭及耐火粘土を以て新に栓前を施すべし斯の如く常に綿密なる注意を拂ふときは自然流出若くは出鋼口閉塞等の出來事は極て稀なるものなり

出鋼口栓前用の材料は通例無煙炭、硅砂及耐火粘土等なり其詰め方の順序は先づ爐の内部及外部の双方より無煙炭を孔内に挿入し次に其外部を耐火粘土を以て堅く充塞するにあり或は先づ爐の内部及外部の双方より少許の硅砂次に硅砂及無煙炭を等分に配合せるもの更に外部を粘土若くは砂を以て堅く充塞するの仕方をなす所もあり

爐内の鑄鋼全部流出を終れば仔細に爐床を吟味し聊かにても損所あるを發見すれば速に硅砂を其局部に加へ叮嚀に並し少時の後其熔結するを待て次の裝入をなすべし爐床修繕時間の長短は單に爐の生産力に影響を及ぼすのみならず熱の損失に關係する頗る大なるものあるを以て極て迅速なる作業を必要とす

第六十五圖は爐床修繕及出鋼口開閉に用ゆる重なる諸器具なり第六十七圖に示せる小鑄型、鐵錠、鐵敷、鐵箒、スタンプ、螺子廻し、鐵柄杓等は總て本作業に併用

することを得べし

四、爐床内に於る化學的變化 酸性法に於ては脱燐、脱硫共に全く不可能に屬するを以て製出鋼が此兩元素を含有する割合は原料に對する割合よりも反て増加するものなり此故に本法に用ゆる原料は銑鐵、屑鐵共に燐、硫黃等の含有量の成るべく少きものを撰ぶを必要とす即ち良質の鋼を製出せんとせば原料の含有し得る兩元素の量は共に〇・〇四%を超過するを許すべからず

銑鐵の硅素含有量は作業の狀態に依て相違すべきものにして其原料の配合に屑鐵の割合少き時は多き場合よりは硅素の含有量少きを要し若し裝入物に全然屑鐵を配合せざる場合に於ては銑鐵の硅素量は一層少きものを要すべし
スエデン産銑鐵の硅素含有量は一%以下に降るを常とすれども而も尙ほ酸性平爐原料銑として尤も優良なるものにして其價格の頗る高きに拘はらず特種の高炭鋼を製するの原料に供せらる此事實は銑鐵の硅素含有量が必しも高きを要せざるを證するものにして畢竟英國銑の如き硅素含有量の高きものを用ゆるは硅素の必要に基くものに非ずして硅素含有量高からざるときは滿

俺硫黃共に低き銑鐵を得難きを以てなり蓋し滿俺分高く硅素硫黃共に低き銑鐵を得るは素より容易なれども酸性爐に於て滿俺分高き銑鐵を用ゆるときは甚しく爐床を損じ且つ過度に稀薄なる鋼滓を得るの憂あるを以て已を得ず硅素の含有量を高からしめ他の有害元素の低下を計るものなり

屑鐵二〇%乃至二五%を配合せる裝入を成すときは硅素含有量一・七五%乃至二・五%位のものをして最も好結果を收むるものとす若し硅素分更に高きものを用ゆるときは其生産物たる鋼の性質に於ては格別の影響なきも作業上の困難と不利益とを免れず蓋し硅素分の著しく高き銑鐵を用ゆるときは異常の硅石質鋼滓を形成し此鋼滓は頗る鎔解し悪く動もすれば製鋼作業の進行に妨げあるものにして苟も其熔解性を得んとせば相當の酸化鐵を加へて鋼滓中饒多の硅酸と化合せしむるの外なきなり換言すれば鐵の減量を増加することに當る

若し又之と正反對に裝入物中に多量の屑鐵を使ひ而も硅素分低き銑鐵を配合するものと假定せば此裝入物は爐内に於て鎔解し盡すの頃は甚しく其硅素

分を失ひ同時に殆ど脱炭し盡し溶解物は所謂粥的狀態となり酸化せらるること迅速に而も甚しく爐床を侵蝕し作業上手數を要すること夥しく而も尙ほ鋼質をして脆性たらしむるの恐ありとす

要するに爐内に於る製鋼反應(鹽基性共性)とは炭素、硅素、滿俺等の酸化作用を意味するものにして炭素は鹽基性法に比して酸化稍や遅く硅素は鹽基性法の場合の如く完全なる分離をなさず(特に高熱の場)滿俺は硅素と反對に酸性の方分離し易し即ち

炭素 鹽基性法に比し酸化遅緩なり

硅素 酸化し惡し

滿俺 酸化し易し

硫 磷 黄 全く分離せず

而して是等の諸元素が酸化作用を受けるの順序は別れて二段となる

一、装入物の溶解進行中火炎の酸化力による

二、装入物の溶解を終りたる後豫て形成せる酸化鐵若くは新に投入せられたる酸化鐵(ケルス)の酸化作用による

溶解進行中前記諸元素の酸化せらるるの度合は銑鐵の成分装入物の配合、屑鐵の形狀及爐の狀況等により著しく相違するものなれども要するに硅素及炭素の一部分及滿俺の大部分酸化せられ其酸化物たる硅酸と一酸化滿俺とは同時に幾分形成せらるる一酸化鐵と共に爐床より溶解する硅酸並に装入物に伴ひ來る硅砂等と相結合して重硅酸滿俺鐵となり以て鋼滓を組織することベセマ一法の場合の如し

装入物溶解後に於ける酸化作用の進行は鋼滓の成分並に狀態及び爐の熱度に關係す

左に一二の實例を掲げて化學的變化の狀態を示さん
第一例

5000 装入 { 銑鐵 80% 屑鐵 92% }	炭素	硅素	磷	硫黄	滿俺
	0.497	0.480	0.089	0.016	0.860

投入後七時間盛に沸騰 終了	0.060	0.150	0.090	0.020	痕跡
鑽石三百粒投入後	0.050	痕跡	0.090	0.020	痕跡
滿俺鐵(60% Mn)70粒 加入後	0.100	痕跡	0.090	0.020	0.370

第二例

10.500粒投入 (鉄鐵 ₁ 層鐵 ₂)	炭素	硅素	燐	硫黄	滿俺	銅
装入後七時間熱度非常 に高し	1.30	0.77	0.08	0.05	1.28	0.11
更に二時間後鑽石六百 粒投入	0.80	0.35	—	—	0.20	—
滿俺鐵(40% Mn)135粒 加入後	0.07	0.01	—	—	痕跡	—
	0.18	0.04	0.08	0.05	0.30	0.11

凡そ鋼滓が流動性に富むとき(比較的硅素)は硅素及滿俺の酸化は頗る迅速なれども若し鋼滓が濃厚比較的硅酸に富む時なるときは硅素及滿俺は酸化し去られざるのみならず反て鋼滓中より還元せられて溶解鐵中に復歸する者なり

此作用たるや勿論鋼滓の化學的成分に因る者にして其流動性に因るものに非ず即ち酸化劑として鋼滓の能力は其含有する硅酸と酸化物との割合に關係するものにして換言すれば鋼滓の酸化力として依頼すべきものは鋼滓中の硅酸と化合して猶過剰なる酸化物に外ならざるなり

抑も作業上良好なる鋼滓とは其内に含有する硅酸と化合するに充分なる一酸化鐵及一酸化滿俺を含有し新に投入せられたる酸化鐵(鐵ケル₁石₂)は直接に鋼滓の成分に加入することなく悉く溶解鐵中の不純物を酸化し得る如き成分のものを云ふなり斯る状態に於ては投入せられたる鑽石は殆ど全部溶解鐵中の不純物のために還元せられて其鐵分は悉く溶解鐵中に入り鋼滓中の鐵を増加することなし左にカメル氏の實驗より成る鑽石投入量と鋼滓の成分との關係を示さん

投入鑽石と鋼滓の成分との關係表

度 SiO ₂ %	鑽石加入前	鑽石約220粒加入後	鑽石約450粒加入後	鑽石約670粒加入後
硅	5.190	5.198	5.277	5.275

一酸化錳 MnO%	18.50	17.51	16.29	14.93
一酸化鐵 FeO%	26.04	26.53	26.92	28.45
MnO + FeO%	44.54	44.04	43.21	43.38

本表に依て見るときは鑛石の投入量が鋼滓の成分に影響を及ぼすこと誠に輕少なる實に驚くの外なきなり但し一酸化鐵は鑛石六七〇珎の加入後に於て約二五%増加をなせるは事實なるも凡そ鋼滓の安定状態ステイブルコンディションは單に一酸化鐵の量によるものに非ずして一酸化鐵及一酸化錳の合計量によるものなるが故に此兩酸化物が硅素と飽和するに相當する丈存在するときは茲に化合上の釣り合を保ち新に酸化鐵を加入するも最早鋼滓中に入らずして悉く鎔解鐵に反應を及ぼすものなり然れども硅酸の幾分は絶へず爐床より鎔解せられ若くは鑛石に伴ひて入り來るものなるが故に酸化物の幾分は之と化合するが爲に鋼滓中に吸収せらるるを免れず但し製鋼作業の終局に近づき過多の鑛石を投入するときには割合に多量の酸化鐵は還元せられずして空しく鋼滓に入り所謂成熟

鋼滓を得る能はず

製鋼熱度も亦硅素の分離に影響するものなれども日常の操業に於ける熱度の範圍に於ては著しからざるが如し蓋し普通の場合に於ては少く操業に注意するときは甚しき過熱に陥るの危険少きも若し異常に硅素分高き原料純良なる瓦斯急速なる通風等を用ゆる場合に遭遇するときは甚しく過熱を起すことあり斯る場合に於ては轉爐吹製作業に於る過熱の場合と同様の結果となり炭素は硅素に先酸化せられ結局硅素分高き脱炭鐵を得べし此現象は装入物の硅素分高き程其機會多きものなるを以て理論上装入原料の成分に従ひ爐内の熱度を加減するの必要あるべし

要するに製鋼熱度は爐内の鐵並に鋼滓を鎔解状態に保つに充分にして而も安全に出鋼することを得、出鋼後に聊かも鑄鍋に附着することなくして鑄塊作業を遂ぐることを得るに恰當なる熱度を以て理想とすべきなり

五、鋼の産出及燃料消費高 酸性法は鹽基性法に比し製鋼作業の進行概して緩慢なり而して其製鋼時間は左記諸項によりて著しき影響を受くるものなり

第一装入物の配合即ち屑鐵に對し銑鐵の割合

銑鐵の割合多ければ多き程製銅時間長く之に反するときは製銅時間短し

第二鑛石を用ゆると否とによる

鑛石を用ゆれば製銅時間短く用ひざれば長し

第三爐内の熱度

爐内の熱の高低は爐の構造及装入の方法に關係するものにして熱度高ければ製銅時短く低ければ長し

製銅減量即ち燒減りは鑛石の加入なき場合に於ては

第一、装入物中に於る銑鐵の量及成分

第二、酸化作用進行の度合即ち脫炭程度

第三、屑鐵の形狀及性質

等によりて異り必しも一定せず然れども普通の場合に於て五%乃至八%を以て通例とす

若し製銅作業中鑛石若くはスケール等を加入する時は是等酸化鐵は爐内の高熱に遭ふて鎔解鐵中の炭素硅素等のために還元せられ鎔解鐵の一部を成す

が故に多量の銑鐵及鑛石を配合装入する場合に於て鑛石を装入原料に加算せざるときは出產高は反て装入鐵全量に超過することあり

加入せられたる鑛石鐵分中還元せられて鎔解鐵中に入るの量は

第一、鎔解鐵中に存在する炭素、硅素、滿俺等の量と酸化鐵(鑛石)の量との割合

第二、製產銅の炭素含有量

等に因りて異なるも大底其三〇%乃至六〇%の間にありとす

燃料消費高は製銅時間の長短、爐の大きさ及び石炭の種類によりて甚しき相違あるものにして產出銅一噸に對し石炭二五〇庇より七〇〇庇に達するものとす

抑も蓄熱式爐は今日に於ては燃料の利用上最も進歩せるものに屬すれども仔細に其内容を吟味するときは今猶ほ其目的の半にも達せざるものを發見すべし

今試に石炭の含有する熱量が如何に消費されつゝあるかを相對照せしむれば

爐内にて溶解鐵及鋼滓を熱する熱量	} 石炭の含有熱量
煙突より逃散する熱量	
爐壁其他より放射逃散する熱量	

是等消費せらるる熱量の割合に付嘗てジユプトナー及びトールト兩氏が三基の五噸爐を以て研究せし結果によれば僅に一二%乃至二〇%の熱量のみが溶解鐵並に鋼滓に利用せられ其餘は全部煙突若くは爐壁等より散失せらるるを發見せり蓋し爐の大きさの増大及び構造の改良に従ひ熱の損失次第に減少せらるべきは勿論なれども要するに熱勢力の大部分は今日猶ほ空しく放棄せられつゝあるものと謂ふべし

エフ、マイヤー氏が最近に於る研究の結果によれば

有効に使用せられたる總熱量	27%
平爐及產出物より放射による損失熱量	29%
廢棄瓦斯と共に逃散する熱量	31%
瓦斯發生爐爐滓と共に運び去らるる可燃物	3%

發生爐より放射による損失

100%

六生産物 本法にては殆んど如何なる種類の鋼をも製出することを得べし特に規格の嚴重なる高炭鋼に至りては多くは本法により製出せらるるものと云ふも可なり

今シーメンス鋼(酸性共)を以てベセマー鋼(酸性共)に比較するときには總ての點に於て前者の後者に勝れるものあるを認むべし蓋しシーメンス法に於てはベセマー法に比して製鋼作業を督し得ること遙に自在にして精鍊進行中必要に應じ屢試料を取り機械的、化學的の二つながら之を檢し希望の鋼質を得んがためには其方法を意の儘に変更することを得而も鐵の過酸化を來すの危險遙に少き等の原因よりして理論上能く鋼質の統一すべきは素より其所とす之を現今の實況に徴するも一般技術家は實驗の結果によりてシーメンス鋼のベセマー鋼に比し工業上遙に信を措くに足るものあるを認め幾分の高價を拂ふても寧ろ前者を撰ぶの事實あるは偶々以て此兩種鋼鐵の優劣を判するの鍵たらんか

鋼滓 酸性法の鋼滓成分は大凡そ左の範圍内に屬すべし

硅	酸	45%—60%
礬	土	2%—4%
一酸化滿俺		10%—20%
一酸化鐵		40%—20%
石	灰	0%—4%
岩	土	

右の如く鋼滓の成分は略ぼベセマー鋼滓と同様なるも原料の滿俺含有量少
 きの結果鋼滓中滿俺の平均含有量稍や低きを見るべし

時としては其含有する滿俺及鐵等を回收するの目的を以て鎔鑛爐の裝入原
 料に加入せしむることあり

第三節 鹽基性法

一 爐内煉瓦積方 鹽基性爐の酸性爐に異なる要點は鎔解室爐床が鹽基性材料

より成るにあり而して其目的とする所はトーマス法の場合と同様に鹽基性鋼
 滓の生成と持續とにあるが故に少くも此鹽基性鋼滓と接觸するの機會多き鎔
 解室を構成する煉瓦は同じく鹽基性材料より成るを可とするは素より當然な
 れども如何せん鹽基性材料は大底粉碎性夥しきを以て多くは爐體を築造する
 の用に供する能はず特に大天井の如きは到底鹽基性材料を以て築造すること
 難く前後兩壁の如きも大天井の重量を支るの必要上是又鹽基性材料を使用す
 る能はざるなり此故に鹽基性平爐々體の大部分は酸性平爐の場合と同様硅石
 煉瓦より成るを普通とす

抑も硅石煉瓦は固より酸性に屬するを以て其鹽基性爐床と接觸する部分に
 して苟も高熱に曝露せらるゝときは此兩物質は互に相結合して甚しく熔流す
 る危険あり加之爐床の縁堤は製鋼作業中往々夥しく熔損せらるることあるを
 以て鋼滓は自然此損所を通じて直に煉瓦を犯すことあり此場合に於て硅石煉
 瓦に對する鋼滓の侵蝕力は實に劇烈を極むるものあるが故に此危険を豫防せ
 んがため鎔解室の下半部即ち爐床を包容する部分は全部マグネサイト煉瓦若

くはクローム煉瓦を以て築造するを安全とす

是等煉瓦積に用ゆるモルターは成るべく夫々煉瓦と同質のものを用ゆるを以て可とするが故にマグネサイト煉瓦にはマグネサイトモルター、クローム煉瓦はクロームモルターを用ゆべし而して是等モルターは何れも煮沸せる無水コイルターを以て薄く練り合はせるか又は乾燥せる粉末を其儘にて使用するを普通とす但し後者の場合に於ては煉瓦は先づ空積にて叮嚀に配列せられ次に煉瓦間の微細なる空隙をモルター微粉を以て完全に充填するものなり

溶解室の上半部、噴出口、蒸熱室、瓦斯道、空氣道、其他は總て酸性平爐煉瓦積の場合と同様なり

煉瓦積完成の後爐内乾燥、瓦斯通入、加熱等其方法順序は之れ又酸性爐の部に於て詳述せしものと同様なり

二、爐床附方 爐床を包容する煉瓦壁及敷煉瓦の形狀は酸性爐の場合と略ぼ同様なり(第六十四圖參照)

抑も鹽基性法に於ては其精鍊作業中時々石灰の加入をなして鹽基性鋼滓の

生成を促し且つ永く其性質を持続せしむるの必要あるが故に爐床材料は中性若くは鹽基性にして耐火力強く而も石灰分、鐵分共に高き鋼滓の侵蝕を受けざるものを選びざるべからず左に重要な數種の材料を列記すべし

燒苦灰サントロイト

燒苦灰は平爐製鋼熱度に於て能く熔結して強健なる爐床を形成し而も充分不溶解性を有し其原石たる苦灰石の産出も比較的饒多なるを以て鹽基性爐床材料としては實用上其右に出るものなし苦灰石及び燒苦灰の標準成分は前章(第二章第三節參照)に示す所の如し

燒マグネサイト

本材料は爐床として頗る好結果を奏し燒苦灰に比して更に一層強健なれども其原石たるマグネサイトは今日未だ産出汎からず従て其價格頗る不廉なるを以て一般の使用に供せられず特に吾國の如きは遙に埃國より其供給を仰ぐの有様にして其價格と持久力との關係上到底實用に供するに耐へず

クローム鐵鑛 本品は一は其價格の點より一は其不熔結性により實用に供せられず

ポークサイト 極めて純粹なるものに非ざれば耐火力弱く且つ高熱に遇ふときは著しく收縮して龜裂を生じ易く結果良好ならず

石

灰 其原石たる石灰石は産出最も豊富なるを以て石灰は鹽基性材料中最も廉價にして且つ最も得易きものなれども其異常なる不熔解性と容易に沸化するの性質とにより爐床材料としては全然不適當なり

爐床築造の方法を別て二つとす

(イ)スタンプ法 鐵製スタンプを以て層又た層にター苦灰を搗き固め豫定の形狀に達せしめ次に爐床内前爐を造るも可にて火を焚き爐體を熱すると數十時間の後瓦斯を通過し更に數日如熱して遂に爐床の全面硬く熔結するに至らしむ

(ロ)燒付法(熔結法) 最初敷煉瓦の上部一面に四五十耗の厚さにター苦灰を敷き充分に之を搗き固め瓦斯を通じて加熱し其全體が堅く熔結するに至らしめ次に燒苦灰若くはター苦灰を投入し厚さ一寸を越えざるの程度に於

て之を並し敷時間の間充分に加熱し其全く熔結するに及んで更に苦灰を投入し再び之を熔結せしむること前の如くし次第に約一吋位づゝ其厚さを加へ遂に所要の形狀及厚さに至りて止む

爐床築造の順序は先づ敷一面左右噴出口下及前壁に相當する三方の縁堤を作り次に後壁に沿へる縁堤を作るものなり出鋼口築造の方法は後壁縁堤を築造するに當り出鋼口の大きさに相當する長さ木栓(燒付の場合には豫め)を後壁の下部壁孔より深く爐内に挿入し其周圍をスタンプ若くは燒付をなし木栓を嵌りせる儘にて加熱して木栓を燒盡せしめ以て豫定の空孔を殘存せしむるにあり

燒付法の場合に於ては酸性爐床出鋼口築造の方法と同様の仕方をなすも可なり即ち最初に木栓若くは鐵栓を挿入し其周圍をター苦灰にて搗き固め鐵栓を抜き取り(木栓なれば其儘)無煙炭、ター苦灰、砂等を孔内に詰め込み次に燒付作業に移るものとす

三、操業法 既に爐床完成し爐内の熱度も充分の程度に達すれば先づ石灰及

燒苦灰の混合物を以て假に出鋼口を塞ぎ次に若干の鹽基性鋼滓を取り爐床縁堤の全面に配置し暫時加熱すれば鋼滓は容易に熔解して縁堤を流下しつゝ、爐床の全面に滲入し爐床の表面をして愈々益々強健ならしむ而して熔解せる過剰の鋼滓は自然爐床内に殘溜するを以て先づ出鋼口を開きて之を排出せしめ新に充分なる塞栓を施し次に装入に着手すべし

装入物は通例銑鐵と屑鐵との配合より成る銑鐵の成分は硅素硫黃共に出來得る丈低く滿俺は可成に高く磷は〇、一〇〇—二、〇〇〇%時としては三、〇〇%に達するものを用ゆることを得べきも成るべくは一、五〇%を超ざるを可とす蓋し鹽基性ベセマー法に於ては磷の一定量は燃料として是非共必要なれども本法に於ては熱は主として外部より供給せらるるものなるが故に銑鐵の磷分低き程愈々益々容易に而も正確に脱磷作業を遂ぐることを得べきを以てなり

最初の装入より一、二回の間は装入量は稍や少くし且つ銑鐵を多量に配合すること酸性法の場合の如し銑鐵と屑鐵との配合割合は其性質及價格等に因りて異り必しも一定せるものに非ず英國に於て一般に用ゆる銑鐵の成分は磷約

一、七五%硅素一、〇〇%以下硫黃〇、〇五%滿俺約一、五—二、〇%炭素三、五%にして二五%乃至三〇%の屑鐵を配合す若し屑鐵供給豊富なれば尙ほ多量の屑鐵を配合するを可とすべきも彼地に於る今日の狀態は到底安價にして多量なる供給を得る能はざるを以て生産費の關係上三〇%以上の屑鐵を使用する能はざるなり

土地の狀況により屑鐵の供給充分なる所にては七〇%乃至八〇%を配合するの結果製鋼作業迅速にして一晝夜三四回の出鋼をなす所あり斯る配合の場合に於ては装入物の熔解を終るの頃は不純物の殆ど全部酸化し去らるるものなるを以て熔解後適度の熱度に達するを待て直に出鋼し得るものにして製鋼爐は事實上屑鐵熔解爐に過ぎざるなり

吾平爐工場にては從來銑鐵屑鐵略ぼ相半せる配合をなせり

装入の順序は英國にては最初先づ爐床内に石灰若くは石灰石を撒布し少量の鑛石を投入し次に銑鐵及少量の石灰鑛石最後に屑鐵の順序なれども吾平爐工場にては最初先づ石灰を投入するは英國の場合と同じけれども初めより鑛

石を混入せざるを普通とし且つ屑鐵を先にし銑鐵を後にし成るべく相交錯せしむるを目的とす要するに装入の方法は一は製鋼時間に一は爐床の破損(化學的機械的)に關係するものなるを以て銑鐵に於ては重に其成分屑鐵に於ては重に其形狀及装入物の全量配合割合等により臨機決定せらるべきものなり

既に装入を終れば其全部の鎔解するを待て第一回試料を汲み取り其斷面を檢し必要に應じて鑛石又は銑鐵を投入し更に精鍊作業を進むること總て酸性法の場合と同様にし別に絶へず石灰を加入しつゝ努めて鹽基性鋼滓の成生を促すべし

鋼滓をして常に鹽基性ならしむるは本法の主眼とする所なれども餘りに多量の石灰を加入するときは唯に不經濟なるのみならず鋼滓をして過度に濃厚ならしむるの恐れあるを以て一時に多量の石灰を加ふることをなさず成るべく少量づゝ徐々に其加入をなすを安全とす且又鎔解の初期に於る鋼滓は可成に酸化力を有するを必要とするも是れ又た過度ならざるを肝要とす然らざれば鎔鋼の酸化は過度に陥り易く動もすれば所謂荒き湯を生ずるの結果鋼に熱

脆性を與ふるの恐れありとす

磷分高き原料を使用する場合に於て精鍊進行中最も慎重なる注意を要すべきは磷分の未だ充分降下せざるに先て炭素の脱出を拒ぐにあり此事たるや磷分の高き程益々其傾向を助長するものにして其結果は完全なる除磷の目的を達すること能はざることあり萬一斯る場合に遭遇するときはヘマタイト銑鐵を加入して再び鎔解鐵の沸騰を促すの外策なきなり蓋し鎔解鐵の沸騰とは一酸化炭素瓦斯の脱出を意味する者にして此作用によりて鎔解鐵は鋼滓中の酸化物及石灰と接觸するの機會を得て其含有磷分は容易に酸化せられ同時に石灰と結合して磷酸石灰を形成し鋼滓の一部をなすものなり

脱炭後に於て脱磷作用を遂ぐる能はざるは畢竟鎔解鐵の沸騰を起すに足るべき一酸化炭素瓦斯を形成するものなきに原由するなり

含有磷分高き銑鐵に屑鐵の少量を配合せる装入物の場合に於ては磷分に対する炭素分の割合は著しく降下するが故に動もすれば磷分に先て炭素分を失ふの危機頗る多しとす

装入物に配合する鑛石の量も亦脱磷作用に影響を及すこと不少抑も酸化鐵は容易く鹽基性爐床を侵蝕する者に非ざるが故に装入の始めに於て石灰と共に多量の鑛石を加入し以て製鋼時間を短縮することを得へきも磷分高き原料を使用する場合に於ては動もすれば豫期の脱磷作用を遂ぐる能はざることあり蓋し平爐内に於て脱炭以前に於て先づ脱磷作用を遂げしむるは主に熱度の關係に歸すべきものなれ共作業の實際に於ては單に熱度の加減に因り確實に其目的を達せんこと素より期すべからず寧ろ装入の初めに於ては餘分の鑛石を加入せずして鎔解の後に於て逐次鑛石を投入して製鋼作業を遂るの安全にして確實なるに如かず即ち装入物と共に加入し得べき鑛石の量は原料の種類及配合等に應じ實驗の結果製品の性質を劣等ならしめざるの範圍に於て成るべく迅速なる作業をなすを程度とすべし要するに磷分高き銑鐵を原料とする場合に於ては其完全なる脱磷を期せんがため是非共前述の如き作業上種々の注意を拂ひつゝ製鋼作業を進むべきものにして製鋼者は如何なる場合に於ても鐵中の磷分が充分(〇・〇五%以下)脱出せる後に非ざれば決して出鋼すべきも

のに非ざるを以て作業の間時々鐵試料を汲み取り鍛鍊試驗(第二章第七參照)をなし以て略ぼ脱磷の程度を察し最後に磷分の豫備分析を行ひ其結果總て豫期の精鍊程度に達せるを知る時は先づ少量のヘマダイト銑鐵を投入して再び鎔解鐵の沸騰を迄さしめ次に出鋼口を開くこと酸性法の場合の如くすべし

滿俺銑の加入は必ず爐外に於てするを通例とす其方法は先づ豌豆大に碎きたる滿俺銑を取り鎔鋼が鑄鍋に流入する際之に投入するを通例とす但し鎔鋼の全部が流出を終らざる前に滿俺銑の全量を投入し終る様注意すべし若し爐内に於て滿俺銑の加入をなすときは鋼滓中の磷分をして鐵中に復歸せしむるの危険ありとす

本法によりて製出せらるる鋼の種類は其原料の性質によりては酸性法の場合と異なることなけれども元來鹽基性法の本性は比較的劣等なる原料を使用するにあるが故に自然炭素の含有量低き鋼の種類を製出するに適し炭素含有量高き鋼の種類に至りては素より酸性法に若かざる者とす特に磷分高き原料を使用する場合に於て良質の高炭鋼を製出せんとせば獨りタービ一加炭法の應

用により僅に其目的を達することを得るあるのみ

鋼滓の成分及状態は製鋼作業に大切なる關係あるを以て須臾も忽にすべからざるは酸性法^(三)第^(二)節^(三)の場合に於て記述せる所の如し^(四)本^(四)節^(四)の

出鋼の方法及出鋼口の保全に關する要領も亦た酸性法の部に於て記述せるものと全く同様なるを以て茲に再びせざるべし唯だ塞栓用材料が酸性法の場合と異なるを以て自ら操業上の相違を致せるのみに過ぎず

出鋼口の塞栓用の材料及詰め方は種々あり或は單にマグネサイト若くは燒苦灰を充填して其外部を砂若くは粘土を以て止むるに過ぎざるものあり或は最初無煙炭次にター苦灰最後に砂若くは粘土を以て止むる者あり吾平爐工場に於て普通行はるる仕方は先づ爐の内外の双方より若干の燒苦灰を孔内に挿入し次に爐の内側より少許の石灰^(シヨベル)更^(ニ)に其上部に若干のター苦灰を投入し別に爐の後部より若干の燒石灰最後にター苦灰を以て堅く突き固むるの方法なり

第六十六圖は吾平爐工場出鋼口塞栓の斷面を示すものなり

鎔鋼流出の後爐床に修繕を加へ直に次回の装入をなすこと酸性法の場合と同様なり唯だ酸性材料の代に鹽基性材料^(マグネサイト又ハ)を用ゆるの差あるのみ

第六十七圖は平爐の爐床修繕及出鋼口開閉其他製鋼作業に用ゆる重なる諸器具を示す

以上は普通のシイメンズ、マルチン法即ち所謂屑鐵法にして其装入原料は主として銑鐵及び屑鐵の配合より成るものなれども近年に至り別に銑鐵及鑛石を以て装入物の主成分とする作業法行はるるに至れり此方法を普通方法^(屑鐵法)と區別して特に銑鐵鑛石法と云ふベルトランド、テイル法、タルボット連續法、モネル法の如きは銑鐵鑛石法の變態なり

銑鐵鑛石法は火炎と鑛石との酸化作用によりて銑鐵の含有する不純物を酸化し以て鑛石中の含有鐵分の大部分を還元せしめ鎔解鐵の一部を成さしむるを根本とすれども屑鐵をも併せ用ゆることを得るは勿論なり

作業の方法は最初石灰若くは石灰石及び成るべく鐵分に富み硅酸分少き鑛