

鄭瑛書

鐵牛界

榮安之頌

669  
-----  
8758

惠  
贈



鄭寶善也

鐵畫象

吳昌碩

## 鐵世界自叙

在昔任土作貢。而銀鏤鏤鉄之名。始見於夏書。兩漢以還。厲行鹽鉄均輸之策。其時如邯鄲郭氏。蜀郡卓氏。皆以冶鑄起家。坐致殷富。吾國人知盡鉄之利。莫乎尙己。自近世機械大興。鉄之需用益廣。今世界號爲文明諸國。恒以其產鉄之多寡。定國力之強弱焉。吾國鉄產之饒。冠於世界。乃或狃於風水之習。昧於製鍊之術。貨棄於地。而不知取。舉夫輪軌建築諸器。胥轉而求之外人。年耗金以數千百萬計。不其偵歟。鄙人不敏。輒欲萃畢生精力於此舉。思有以貢獻於世。曩游英倫。在錫菲耳大學。冶金學者數載。返國以後。意興乖違。曩之所習者。已等於屠龍之技。深懼悔內人士。將舉鄙人以爲戒。而無復措意於鐵業者。於是蒐集所學。證之事實。不辭謏陋。萃爲此編。以餉同志。嗟夫。知而不言。與不知等。言而不行。與不言等。今鄙人旣悉舉所知。而悉言之矣。邦人君子。其有吳邴郭繼其人者。攬是編而奮然興起者乎。民國三年

界

世

錄

三月著者自記

叙

# 鐵世界

## 目錄

- 第一章 冶鍊之導源及沿革
- 第二章 近世鋼鐵進化史
- 第三章 鋼鐵與文明之關係
- 第四章 鐵礦之種類
- 第五章 採礦法與選礦法
- 第六章 鍊生鐵法
- 第七章 鍊熟鐵法
- 第八章 鋼之名理
- 第九章 泥鍋爐製鋼法

第十章 畢司馬製鋼法

第十一章 西門師馬丁製鋼法

第十二章 鑄鋼模之處治法

第十三章 鋼鐵之檢視法

第十四章 各國鋼鐵業之比較

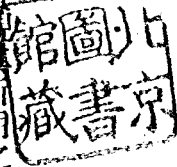
第十五章 中國將來鋼鐵業之計畫

## 鐵世界

## 第一章

## 冶鐵之導源及沿革

冶鐵之術。由來古矣。而不古。據地質學家言。人類之進化。實視其所用之器具。以爲衡。綜其所演之地史。可分爲三大期。曰石期。曰銅期。曰鐵期。最古之人類。其器具多以火石爲之。刀鋸斧剪。罔不用石。至中古以降。人類造器。則以銅代石。今奧亨等處。嘗掘得銅刀銅剪等物。且至有以銅作鏡者。及至近古期。則由石由銅。脫嬗而爲鐵。吾輩去古甚遠。故難決定其冶鐵之術。創自何時。更茫然於其所以發明冶鐵之真諦。惟據歷史之紀載。與博物院之地質標本觀之。則冶鐵之術。以埃及爲最早。英國地質學會所收藏之埃及鐵具。當遠在五千年前。迨人類稍稍進化。而非洲之阿色勒地。漸有以鐵製成軍器者。此事實。在四千五百年前。而意大利用鐵。實在三千四





鐵 世 界

百年前。至英國則僅在二千六十五年以前。吾國地質學方在萌芽。或冶鐵之術。較埃及爲早。亦未可知。據中國歷史觀之。則冶鐵之術。實胚胎於黃帝之世。蚩尤之戰。惟利鋒刃。黃帝實生於四千六百年前。則與阿色勒之用軍器。實東西輝映。果異日中國地質學日就昌明。則中國人之用鐵具。或當遠在埃及之前。然吾國沉沉酣睡五千年。困守高曾規矩。今日之冶鍊土法。猶恍然如在黃帝之世。而英吉利以冶鐵最晚之國。而日謀進化。反執世界上之鋼鐵權。德美踵起。復駕英而上之。然則吾國以冶鐵最古之國。又復擁天然最富之鐵山。詎可膛乎獨後。而不與世界俱進乎。

## 第二章

## 近世鋼鐵進化史

鋼鐵之進化史。可簡分爲兩時期。一爲十九世紀以前之鋼鐵進化史。一爲十九世紀以後之鋼鐵進化史。

十九世紀以前之鋼鐵進化史。古時冶業工匠。率由經練而得。慣用其法而不解其理。承其後者。奉爲師承。而不敢變其用。當一千六百八十六年之前。歐洲諸國。鍊鐵之法。則以鐵石一筐。煤炭一筐。置於爐中。連燒兩星期之久。始出鐵一次。僅一噸餘。較之吾國今日鍊鐵土法。大概相似。例如山西澤州鍊鐵之法。則亦以鐵鑛煤炭參半。合一爐而冶之。復有風箱吹氣。火力較大。連燒七日。而鐵以成。總言之。古時全世界鍊鐵之法。皆不外斯。至一千六百八十六年。乃有吹風入爐之創造。德國大教授來得勃氏。復以其製法。印行於世。如是者。約一世紀。後英人達柏。又發明鍊鐵之法。以焦炭代煤之理。此時每爐。每星期。可出鐵十七噸。已較前加倍矣。一千七百一十二年。英國堯克縣鐘表匠漢司曼。又悟以鋼塊與熟鐵攪合。製成精鋼之理。此種鋼料。可製各種刀剪等物。今日之泥鍋製鋼法。猶循斯制。彼時瓦特汽機。已風行一時。更採用打風機吹風入化鐵爐。至一千七百九十年。錘鐵機。接鐵機。亦採用汽機。

之理。而鋼鐵之學較宏矣。

十九世紀以後之鋼鐵進化史。此時期之進化史。爲最發達時代。其所演之歷史。亦最爲繁雜。故鋼與鐵可分別言之。

(鐵) 十九世紀以前之化鐵爐。最大者高僅四十尺。容積二千立方英尺。每星期出鐵不過二十噸。至一千八百二十五年。乃有乃爾生氏發明熱風爐之理。於風未入爐之先。使其經過熱風爐。受熱則風入爐內。火力斯大。而出鐵斯宏。此爐初創於葛拉司勾。後漸普及歐美諸國。惟風力既大。而爐式亦不可不爲擴張。克利佛蘭之化鐵爐。高至八十尺。容積三萬立方尺。每日出鐵二百五十噸。至一千八百三十四年。則又用化鐵爐內所已用過之煤氣。而用以燒熱風爐及汽機等。更爲省料。由是若英吉利若美利堅若德意志等國。盡力擴充。廣爲建設。而三國之生鐵業。遂足以供世界之需用矣。

鐵

世

界

(鋼) 古時製鋼之法。祇泥鍋爐一種。漢司曼起。而快鋼以成。惟泥鍋製法出貨最少。英人畢司馬乃發明生鐵中之炭砂等質。能自與空氣中之養氣化合。而成爲純鋼之理。乃製兩耳爐。爐底有氣孔。當液體鐵入爐內時。空氣亦由爐底之氣孔入。其養氣卽與鐵中之炭砂等質配成砂養二及炭養二等質。而純鋼以成。其最大之畢司馬爐。每次可出鋼十噸。每次祇需半點鐘。迨德人西門師起。又發明以煤氣鍊鋼之理。於一千八百六十七年。在貝明罕鐵廠試驗。而成效以著。及馬雪特出。更發明以鐵鑛去鋼中之炭質。及所以用錳斬鋼。免鋼料氣隙之理。此等爐式。其容積可六十噸。較之畢司馬爐。出鋼又鉅。近十年來。電鎔爐又復盛行。瑞典德英諸國。已有五噸之電鎔爐。惟此爐式。方在萌芽時代。其銷耗過鉅。多不肯用耳。他日逐漸改良。當必有以代西門師爐畢司馬爐之一日。

上所述鋼鐵之進化歷史。特指其製法而言。其他若鋼鐵之化學試驗。毅力之大小。

比較及其組織體之試驗。則又各有歷史。茲因繁瑣。姑略之。僅述其要者。

### 第三章

#### 鐵與文明之關係

據第一章所述。則人類所用之器皿。由石期銅期而鐵期。卽人類之逐漸演進。由野蠻而之文明之謂也。古昔牧落之世。人民智識未週。僅取石之最便利者用之。粗笨非其所計。後以銅之易於冶鍊也。乃進而用銅。再進則銅之用途。又不及鐵之普及。漸演漸進。始蔚成今日之鋼鐵世界。

夫文明二字。果假何而定乎。要必以其較優者爲準。優則文。劣則野。石野於銅。銅野於鐵。古時之人類。必野於今日之人類。然亦非敢謂今日之文明。遽臻絕頂也。或有他物。如電學與飛行機之類。較優於鐵者。則鐵又較野。而電學與飛行機爲文明矣。然電學與飛行機。方在幼稚時代。異日大放光彩。固未可限量。而總近世紀之歷史。

觀之。則惟鐵可以代表今日之文明。故西哲謂鐵爲文明之母。恒以鐵產之噸數。以定其國之文野。此非故作誇語以矜世也。吾輩試環遊歐美諸邦。凡一切景物。所映現於眼簾者。何莫非鐵之作用。軍艦之排佈也。橋梁之森列也。鐵道鐵柵之整齊也。鐵屋鐵塔之高聳也。航於舟則船殼汽機皆鐵。行於陸則車輪路軌皆鐵。此數者皆現今之所謂文明也。某國之鐵多。卽某國人民所受之利便多。卽某國文明少。則反之。由西歐而薄航非洲。則一爲鐵裝之河山。一爲沙漠之赤壤。文野之別。判若天淵矣。非值此也。英吉利與比利時。其產鐵之總額。皆不及美德。然英比壤地褊小。若以地之面積方里。以分勻其鐵之產額。則英比反在美德之上。故以國際言。則美德之鐵產額優。以地之面積言。則英比之鐵產額優。則卽謂美德之文明。終遜於英比可也。吾國固擁有文明國之資格者也。使能於鋼鐵業竭力研究。而擴張之。則五十年內。中國之鐵產額。當遠過於英美德比諸國。不必求富有鐵。卽富。不必求強。有鐵卽

強。蓋鐵所以孕育文明。惟文明斯天下莫與汝爭能。

#### 第四章

##### 鐵鑛之種類

鐵鑛之種類不明。則不能決其可否開採。而操獲利之勝算。故欲建設鐵廠。則鐵鑛之四要素。所宜預知。

一曰精。鐵鑛之成分。愈精愈好。常用之鑛。其含鐵至少不得過百分之三十。他若銀鑛。則萬分之一。即可開採。金鑛則五十萬分之一。亦可獲利。惟鐵鑛若少於百分之三十。則其所出之鐵料。必不能償其所建設機爐及一切人工等費。亦有含鐵百分之二十五而開採者。如英國克力佛蘭鐵廠是。然該鐵自含鎔料。故能使其成分增加。

二曰淨。鐵鑛之性質。以無硫與磷為最佳。硫化鐵絕不可用。而含硫質多者亦

不可用。至於燐亦以少爲佳。惟含燐萬分之四以下之鐵鑛。曰無燐鐵鑛。此類鐵鑛最高。將來可爲製各種上等鋼料之用。若含燐過萬分之四以上之鐵鑛。曰有燐鐵鑛。此類鐵鑛。爲鹼性製鋼法之用。亦可製各種普通鋼料。

三曰富鐵鑛之脈。最宜豐富。計設一化鐵爐。每星期出鐵一千噸。則一年可出五萬噸。若以鑛之含鐵百分之五十計算。則一年須用鑛石十萬噸。然欲償還其所建設生鐵爐時之一切費用。則至少須待十年。卽至少亦須用鑛石一百萬噸。故鑛量以愈多爲貴。

四曰易鎔。鑛內所含雜質。以有鎔化料爲最美。若雜有錯質。或不易化之質。則鎔化極難。若所含過多。則絕不可用。至鑛之種類。則又不可不分別言之。其要者約分三種。

甲 磁鐵鑛卽鐵三養四

第四章 鐵鑛之種類



一純粹磁鐵礦 此爲鐵礦之最精者。試之有磁性。擦之現黑紋。約百分之七十二爲純鐵。產於瑞典挪危。美國之撒潑利亞湖。印度之瑪德拉司。湖北之大冶。奉天之廟兒溝。山東之金嶺鎮。安徽之銅官山等處。

鐵礦 此等鐵礦。多產於美國堪拿大。牛西蘭等處。惟不易鎔化。故爲用甚少。

三錳磁鐵礦 產於美國之牛遮西省。鎔時先將錳提出。然後鍊成鐵。

四銘磁鐵礦 產於坎拿大。德意志。印度等處。鎔化後成爲銘鐵。爲將來製各種上等鋼料之用。

乙 赤鐵礦即鐵二養三

一純粹赤鐵礦 現紅色。擦之成紅紋。其純者約百分之七十爲鐵。然亦有普通赤鐵礦。雲母鐵礦。鏡鐵礦之別。

普通赤鐵礦 甚堅硬而外光。整產於美國坎拿。大英國之康勃蘭及中國之山西等處。爲最普通之礦。雲母鐵礦爲礦物中之最好看者。有光亮。爲片形體。產於北美之撒潑利亞湖畔。

二鏡鐵礦 有深紅色者。有淺紅色者。擦之則塗於手指之上。產於英國康勃蘭及中國之直隸等處。

三褐鐵礦 此礦含水性。約百分之十五爲水氣。亦爲最普通之礦。產於西班牙德奧美等國及中國之山西安徽河南等省。

丙 菱鐵礦即鐵炭叁三

一純粹菱鐵礦 約含鐵百分之四十八。成珠粒形。擦之爲白紋。產於西非利亞及德國等處。

二泥團鐵礦 現泥土色。約含鐵百分之三十至百分之卅五。產於南危勒司等處。

三黑團鐵礦 現黑色。而成團結形。約含百分之五十至六十五。產於蘇格蘭南危  
勒司及美國之西片司非尼亞等處。

上所列各種鐵礦。以純粹磁鐵礦。純粹赤鐵礦。褐鐵礦。及菱鐵礦四種為最普通。故  
特標出。以為中國將來建設鐵廠之基礎。下表即各種鐵礦之化學成分。

	鐵	錳	炭	鋁	砂	鎂	鈣	磷	硫	水	生
磁鐵礦	六六·二	三·一	五·一	三·三	五·四	一·二	二·三	二·〇	一·〇		
赤鐵礦	七三·〇	七·〇	八·〇	六·五	九·五	〇·二	一·一	〇·二	〇·三	八·四	
褐鐵礦	七〇·〇	八·〇	三·三	三·五	一〇·五	一·三	二·五	〇·四	〇·二	八·三	
菱鐵礦		五·四	八·一	三·四	三·八	五·二	〇·四	三·二	六·〇	二·〇	
泥團鐵礦		三·六	三·三	六·八	三·一	二·四	六·四	七·五	〇·七	八·六	八
黑團鐵礦	二·七	四·〇	七·七	二·六	四·二	一·〇	二·七	二·九	〇·四	〇·六	七·六

## 第五章

## 採鑛法與選鑛法

採鑛法 平常鐵鑛露於地面。地殼剝落。卽爲鐵鑛。惟紫鐵鑛則深入地中。開採較難。至普通鐵鑛。則皆露出地面。其開採之法。亦極簡明。先去其地殼。而鑛卽拓去。其塊之大者。則用鎚鑿以小孔。置爆藥於內。火之。則鐵鑛爆裂而爲碎塊。後卽用鐵鉗等物裝於鑛車內。運向鐵廠。此爲最普通採法。惟美國之撒潑利亞湖畔。其採鑛之法。則用機關鐵鏟以掘取之。後卽放入鑛車內。若鑛之深入地中者。則與採煤法同。選鑛法 當鑛石未入爐之前。尙須費許多手續。名曰選鑛法。鐵石之鬆體者。如純粹菱鐵鑛及褐鐵鑛等類。祇須於採鑛時。以手拾得其含硫質與磷質者而拋棄之。既運至鐵廠。則令其堆於廠外。約半年之久。此時既經風雨剝蝕。則其內之磷硫等質。卽漸消散。後卽可用。若鐵石之固體者。如磁鐵鑛與堅硬之赤鐵鑛。是其選鑛法。

第五章 採鐵法與選鐵法

一四

既必有如前所述之辦法。而又必須令其先經過磁鐵選礦機。以去其他質。後復燒於爐內。稍加熱度。以使其體質變鬆。而後易於熔鍊。蓋礦內含有水氣與飛散質。一經烘燒。即行消散。而鐵養亦變為鐵二養。三。在爐內較易溶化。

## 第六章

## 鍊生鐵法

鍊生鐵之法。則宜先解明化鐵爐之構造。與其所附屬各機件之大略。然後能洞知其通力合作之妙用。故化鐵爐與熱風爐打風機清灰爐抽水機鍋爐出鐵場卸礦機等。不可不分別言之。

化鐵爐 爐形上銳中寬下窄。普通化鐵爐。高八十餘尺。中徑約三十尺。口徑十二尺至十四尺。坎徑八尺至九尺。容積約三萬立方尺。每日出鐵約二百五十噸。此爲新式爐之最普通者。若美國之化鐵爐。其最高者可至百尺。每日出鐵可四百五十噸。至化鐵爐建築之法。其外面全係鐵片包之。在爐外之高十五尺處。有蓄水池。以使爐內之熱度。不致外散。前有出鐵口。與其爐底平行。欲放出液體生鐵。則開之。俟其流盡。則復塗塞。之後有出渣口。在液體生鐵浮面平行綫之上。欲放出渣滓。則亦

開其口。而使之流出。後復閉之。至爐之內容。則中空而週圍全用火磚砌成。其耐久可至三四十年。爐之底即液體生鐵聚蓄處。在液體生鐵浮面平行綫之上。週圍有氣孔八個或十個不等。以便空氣入內。爐之頂口。則有鐵蓋如坡形。當鐵蓋下降時。其鑛石與焦炭。即由坡處下滴。其上升時。則爐之頂口。旁有煤氣孔道。以使爐內煤氣外出。此化鐵爐之大概情形也。

熱風爐 圓形。有高伯式懷忒維路式及短槍式。普通熱風爐。多用高伯式。高約六十餘尺。圓徑二十餘尺。爐內全用蜂巢形火磚疊成。以便風入爐內。使之變熱。當風入爐內時。其熱可至法侖表八九百度。然後入化鐵爐內。計每設一化鐵爐。至少須有兩熱風爐。蓋一以使風受熱。一以收化鐵爐內之煤氣而自燻之。互相爲用。每半時則互換一次。如是循環不已。

打風機 有立式與臥式之別。現時則多用立式。此類機有兩汽筒。一則筒徑約三

十五寸。爲大壓力之用。一則筒徑約六十餘寸。爲低壓力之用。每汽筒之下端。則連以一風筒。徑約九寸。每分鐘能壓氣二萬至三萬立方英尺。重可至十一磅餘。計每設一化鐵爐。須有打風機兩座。相間開用。不須同時並開。

清灰爐 每設一化鐵爐。必有一清灰爐。蓋因熱煤氣自爐中沖出。徑由鐵管折入清灰爐。此爐高約四十餘尺。圓徑十五六尺。底用水縫。上有噴水。熱煤氣中所帶之灰塵等質。既至是處。卽行下降。滴於清灰爐底。除灰之後。而熱煤氣之用處有二。一以備熱風爐之用。一以備鍋爐之用。

抽水機 化鐵爐日需冷水一萬五千格侖。故必須用抽水機。或立式或臥式。俱以蒸汽爲原動力。其抽出之水。卽以供化鐵爐蓄水池之用。

鍋爐 前所述之抽水機。打風機。其蒸汽力全由鍋爐發生。鍋爐式亦有數種。惟平常多用哥尼胡式。每座傳熱面約六十方法尺。亦有用朗喀歇式者。其傳熱面約九



## 十餘方法尺。

卸鐵機 由平地斜度直向化鐵爐頂築成兩行鋼軌。下有卸礦車。專裝鐵石焦炭石灰石之類。此車連有一粗鐵繩與卸礦機相連。當此鑛車裝料由此軌道上升時。而他鑛車已卸料。由他軌道而下降。反之亦然。裝料之時。全賴人力。卸料之時。皆卸礦機之作用。

出鐵場 化鐵爐之前。俱有出鐵場。面積約一二中畝。製成畦形。當液體生鐵流出時。即令其入於畦內。成爲條形。以便移動。

化鐵爐與所屬各機關工作之妙用 礦石既經過選礦諸手續。則可用平常貨車運至化鐵爐之裝料處。此時工人則以推車裝之。傾倒於升降機之礦車內。即焦炭與石灰石亦用裝於鑛車之內。至礦石與焦炭石灰石之多寡。均與礦石含鐵之多寡爲比例。設如鑛石含鐵百分之六十五。則每用鐵石二噸。須焦炭一噸。二石灰石

半噸。此三者既運至爐頂，則自行倒側，而堆積於爐頂。鐵蓋之上，當鐵蓋下降時，彼即下滴。此時爐底火力澎湃，即漸熔爲流質，而湧跌於爐坎。爐坎之上，則週圍皆有氣孔，以收打風機所壓出之氣。則火力乃大。又令所壓出之氣，纔經過熱風爐，則氣既受熱，而爐內熱度更大，故鎔化尤速。惟爐內所發煤氣，若徑令飛散，未免可惜。乃令其由爐頂之氣窟，先折入清灰爐，以去其灰渣。後復令煤氣爲燻熱風爐及鍋爐之用。至爐內化合之理，則焦炭之炭，先與空氣中之養，配成炭養。炭養與鑛石之鐵，二養三遇，即分爲純鐵與炭養。二純鐵鎔成流質，蓄於爐坎。爐坎將盈，即將出鉄口放開，而液鉄流出。計每日約放鉄五六次。炭養二則由煙筒飛散。惟爐內之矽、錳、硫、磷、鈣、鎂等質，則成爲灰渣，浮於液體生鐵之上面。計每出鉄一次，約開放渣口兩次，以使灰渣流出。

化鐵爐所出之生鐵，可簡分爲三種。曰白鐵，曰白灰鐵，曰灰鐵。此三種生鐵所以成

鐵 世 留

之理由。則全視乎爐內熱度之高低而定。熱度高則爲灰鐵。熱度平則爲白灰鐵。熱度低則爲白鐵。故欲製何等鐵料。則以熱度之高下爲標準。平常工人。則能以灰渣之色別。而定生鐵之種類。如灰渣現黑色。則爲白鐵。灰色則爲白灰鐵。白色則爲灰鐵。此等妙理。皆由經驗而得之。至生鐵之所以有白鐵。白灰鐵。灰鐵之別者。則以鐵中之炭質。有混合與不混合之分也。鐵中純炭多。則爲灰鐵。混合炭多。則爲白鐵。茲特將其分析表列之於左。

灰鐵	遊離炭	三●六	混合炭	〇●四
白灰鐵	遊離炭	二●〇	混合炭	二●〇
白鐵	遊離炭	〇●四	混合炭	三●六

此三者特就其大概言之耳。至欲用何種鐵料。則卽能製何種鐵料。皆以其所含炭砂等質以爲衡。茲特將世界著名之生鐵列表以備參觀。

瑞典生鐵	灰鐵	白灰鐵	白鐵
混合炭	●五〇	二二〇〇	三三五〇
遊離炭	三三五〇	二二〇〇	●五〇
錳	●三〇	●三〇	●三〇
矽	一〇〇	●五〇	●二五
硫	●〇二	●〇二	●〇二
磷	●〇三	●〇三	●〇三
鐵	九四●六五	九五●一五	九五●四〇
英國司他佛縣生鐵	一類	二類	三類
混合炭	●四〇	●四五	●五〇
遊離炭	三三〇	二二六八	二二一四

	界	世	鐵
磷	磷	鐵	磷
●六八	●六八	●六八	●五六
硫	硫	鐵	硫
●〇五	●〇三	●〇二	●〇九
矽	矽	鐵	矽
三・一五	二・四〇	一・六二	一・三三
遊離炭	三・四九	三・四五	三・三八
混合炭	●〇七	●一〇	●二〇
美國生鐵	鐵廠一	鐵廠二	鐵廠三
九三・二九	九三・二九	九五・二三	
●四〇	●五四	●二五	
●七一	●六八		

錳

●二五

●二二

●二二

鐵

九一●三二

九三●二二

九三●五三

前所列各種生鐵分析表。特就生鐵之用於鑄造物料者而言。惟諸多鐵廠。則徑由本廠所鍊出之特別生鐵。以製鋼料。此類生鐵中之化學成分。全視其所用何種製鋼鐵而定。茲特列表如下。

瑞典生鐵

酸性製鋼法用

鹼性製鋼法用

混合炭

●五〇

●五〇

遊離炭

三〇〇〇

三三〇〇

矽

一〇〇〇

●七〇

硫

●〇五

●〇四

磷 〇・六

二・五〇

錳 一・三〇

一・三〇

鐵 九四・〇九

九一・八六

漢陽生鐵

畢司馬鋼用

熟鐵用

馬丁鋼用

矽 二至二・五

〇・一至一・〇

〇・六至一・一

錳 一・五至二・五

〇・五至一・〇

一・二至二・五

磷 〇・八至〇・八

〇・一至〇・二

〇・一五至〇・二

硫 〇・二至〇・四

〇・〇五至〇・一

〇・〇一至〇・五

炭 二・五至三・〇

二・五至三・〇

三・五至四・二

此外鍊鋼法所用生鐵料。尚有鏡鐵一種。及錳和鐵兩種。所以使鋼料之組織體成。

爲堅實密切。以免噓隙。茲特將其分析表列之如下。

	鏡鐵	錳和鐵(含錳少者)	錳和鐵(含錳多者)
炭	四三〇	五五〇	六八〇
錳	一五〇〇	五〇〇〇	八〇〇〇
矽	●五〇	●七〇	●九〇
硫	●〇二	●〇二	●〇二
磷	●二五	●二五	●二五
鐵	七九●九三	四三●五八	一一●〇三

生鐵鑄成各種物料之理。化鐵爐內取出之生鐵。若欲鑄成適宜之物料。則必須重鑄之。其法卽用叩皮拉爐。係圓形。其理頗與化鐵爐相似。蓋其爐內亦裝生鐵魚炭等類。爐頂爲裝料口。爐底爲出鐵口。故與化鐵爐之理。彷彿近之。惟叩皮拉爐亦



有兩種。一曰固底式。一曰活底式。固底式多用於英國。活底式多用於美國。固底式爐。其爐底之處置法。皆用人工。將其灰渣等質拖去。若活底爐。則其下有鎖鑰。開其鎖。則其內之灰渣自行下落。較爲省工。至其裝料法。既將其爐底之灰渣等質廓清。後。即鋪以散沙一層。旋即置木屑煤炭等於內而燃之。且實之以焦炭。爐內之火力。既大。然後將爐底週圍之氣孔放開。以便風入爐內。俟爐底成淺池形後。即由爐頂裝以生鐵一層。次則碎鐵一層。再次則焦炭一層。如是層層相間。直至爐滿爲止。此時可將打風機全體之風吹入。絕無他虞。俟生鐵成鎔。其上浮之灰渣。亦有放渣口。令其湧出。而爐底之液體生鐵。即可由出鐵口放出。流於貯鐵器內。然後將貯鐵器內之液體生鐵。倒於各種模內。製成各樣之生鐵物料。至叩皮拉爐內化合之理。其既鎔後之鐵料。較之所裝時之鐵料。所含雜質。不無大減。茲特將其分析表列之如左。

第六章 鍊生鐵法

燐 硫 錳 矽 炭

裝時之鐵料

三●八八

二●五〇

●四七

●〇四

●〇五

鑄後之鐵料

三●七九

二●二九

●四五

●〇六

●〇五

界

世

續

---

第六章 鍊生續法

## 第七章

## 鍊熟鐵法

熟鐵之命義。生鐵之性軟者。則甚類熟鐵。其實則熟鐵之體質。較爲堅密而謙遜。試取熟鐵一塊。而燒於火中。受熱即變爲粘性。最易鎔合。若軟生鐵則否。且熟鐵燒紅。而淬之於水。則又不似鋼之現硬性。此熟鐵之所以與生鐵及鋼之所以異也。任何熟鐵。切爲斷面。俱現有灰渣如肉絲形。爲平常目力所不能見。惟顯微鏡能窺測之。近來鐵業家。多以其組織體之灰渣形色。以定其鐵性之高下。若其斷面所現之灰渣。平正均齊。則知其尙未經過接機。若其斷面之灰渣。參差不齊。或現橫長形。則知其已經過接機。此惟熟鐵爲然。他若軟鑄鐵與軟鋼料。其組織體則無此等特別現象也。

鍊法 鍊熟鐵之法有二。一曰直接鍊法。卽以鐵礦而直接鍊爲熟鐵。一曰間接鍊

法。卽以鐵礦先鍊爲生鐵。而後鍊爲熟鐵。惟直接鍊法。工料既費。而出鐵又少。其製法有二。曰印度法。曰克特連法。此兩種製法。極爲粗俗。無價值之可言。近來祇文化不進之國。猶沿用之。若印度。若南非洲。多用此法。而歐洲之南部諸國。亦有採用之者。美國之東部。其鍊熟鐵法。亦彷彿似之。惟今日最省工料。而出鐵又多之法。則惟此間接鍊法。因此而世界文明諸國。多倣用之。

間接製法。卽生鐵變純之謂也。其製法極不同。而其大要。則在使生鐵中之雜質。變爲含養質。或爐池。或射火爐。俱能使生鐵中之雜質。變爲含養質。在爐池內。則由於燃料。而射火爐內。則由於爐底之鐵屑。總之。凡此等爐式。其工作既不同。而其名義亦各殊。而普通所用者。則惟臥龍法。蘭克縣法。佛命克皮特法。及攪混爐法。惟臥龍法。與蘭克縣法。多用於瑞典。以瑞典之極純生鐵。而重鎔之。其所產之熟鐵。極純而精。舉世無其匹也。

鐵

世

界

蘭克縣法 爐式係六角圓形有二或三氣孔橫有煙突其所用燃料為木炭當生鐵鎔化空氣未入爐時木炭即下落而使鐵中之炭矽錳等質變為含養質而液體熟鐵令其團聚於爐底俟其稍冷則以鐵棍挑而斷之復置之於燃料之上如是上下翻落直俟其變純為止然後將此蜂窩形之鐵塊所出經過撥機成鐵條厚半寸寬三寸茲將其分析表列之如左

炭	矽	錳	硫	磷
●○五	●○一	●一〇	●○一	●○二

臥龍法 此法所出之熟鐵略次於蘭克縣法其爐式雖相似而臥龍爐之出鐵額

則較少。但亦有利處。此爐所出之熟鐵。頗柔軟而易於接錘。故能製成各等大小物件。且臥龍法所出之熟鐵。其內另有一種黑質。能製各種上等鋼料。此臥龍法之特別優點也。

佛命克皮特法 此法所用之爐式。亦與前兩法相似。爐底全用木炭。而熔生鐵於內。適生鐵內之雜質。與空氣中之質。養配成含養鐵。以直至變純為止。然後將鐵塊取出。錘為熟鐵條板等物。

前所述三法。惟瑞典生鐵乃能用之。而普通生鐵。則含硫質較多。若用以前三法。則絕不相宜。且前三法。俱以白生鐵為基礎。若為灰生鐵。則必須先燒之。使成白鐵。此法名曰南危勒司法。爐式係正方形。外以鑄鐵裹之。燃料為焦炭。灰生鐵裝入爐內。受空氣中之養氣。而其遊離炭。即變為混合炭。矽硫錳磷諸質。亦見減少。茲將其分析表列之如左。

鐵

世

界

未一鍊之前

既鍊之後

混合炭

一●八〇

二●二〇

遊離炭

八〇

〇〇

矽

一●九〇

三〇

錳

五〇

〇〇

硫

二〇

一五

磷

八五

八〇

灰生鉄既變爲白生鉄。則令其冷而碎爲塊形。或由爐池流出。以入重鎔爐。累次翻落。直俟其至純清爲止。然後倒出。錘成各樣熟鉄物件。

攪混法 一千七百八十四年。英人考特發明此法。今日世界各國均利用之。以代前所述之三法。故近來貿易廠所堆積之熟鉄等件。強半由此法製成。其爐爲射火。



爐。爐之底有活淺盆。可任意出入。以便裝料或出鉄。初時盆底俱鋪沙一層。故鉄之雜質變爲含養質。全賴空氣。故名曰乾攪法。此法惟白生鉄始用之。且出鉄既少。而工料之消耗又鉅。故近來則變爲濕攪法。先將灰生鐵燒之。與南危勒法同。使其變爲白鐵。然後裝置於射火爐內。此爐底即先鋪以鐵屑一層。以代沙。當生鉄鎔時。其內雜質即收鉄屑中之養。變爲炭養。二矽養。二硫養。三磷。二養。五等質。而鉄即變純。如是上下翻動。至鉄中雜質盡行化去。然後將其活盆取出。將其液體熟鉄流出。而斷爲塊形。後即接之錘之。爲各種大小熟鉄物件。

熟鉄之性情。堅密而謙遜。易受錘力。能製成極薄之鉄片。至欲定其性情之高下。則以試鍊機試之。將熟鉄條先量其長短及其圓徑面積。而置于試鐵機之機關內。然後轉試機之輪。而其法碼之針即前行。針所指之處即噸數。此噸數即熟鉄每立方寸之韌力噸數。直俟其熟鉄條扯斷。然後視其針指之噸數。以定其韌力之大小。

再量鐵條之長度。較前約長百分之幾。鐵條之縮面積。較前約小百分之幾。蓋其韌力延長力縮面。卽足以定熟鐵之軟硬。軟則鐵硬。硬則鐵軟。熟鐵之性情。韌力小則軟。延長力大。縮面多。則軟。茲將其普通熟鐵之試驗表。列之如下。

	韌力	縮面	延長力
瑞典熟鐵	一九●六〇	七二●一八	五六●〇〇
堯克縣熟鐵	二二●七〇	五五●一五	四五●〇五
普通熟鐵	二〇●九八	五二●九	一五●〇〇
圓條熟鐵	二二●五〇	二〇●〇〇	
正角熟鐵	二一●五〇	一五●〇〇	
熟鐵板	二一●一〇	八●〇〇	

熟鐵之品類 在貿易場中所通行之熟鐵。率由其所產之地而定。各製鐵廠。各有

## 第七章 鍊熟鐵法

三六

專名如熟鐵條。好鐵。好好鐵。更好鐵。乃平常所通用者。惟更好鐵較之好好鐵。其模形既便于接錘。而其料亦極勻飾。故其暢銷亦較之好好鐵爲多。

熟鐵之塊段大小各由其所用而定。常用之熟鐵塊爲乙字形。丁字形。工字形。或直角形。若熟鐵條則爲圓形。半圓形。方形。蛋形。八面形等等。至熟鐵板則如汽鑄片及各種鐵葉等。總而言之。熟鐵之最佳者。厥爲瑞典。其次則英國之堯克縣熟鐵及美國熟鐵亦暢銷極旺。

## 第八章

## 鋼之名理

熟鐵被燒。則能收炭成鋼。是鋼者乃鐵炭之合金也。然此終非其定名。因鋼在冶金學中。乃最不可名之物。前曾有謂除鑄鐵熟鐵外。而凡日用所通行之鐵料。俱謂之鋼者矣。而究之。徒藉此。以便利用耳。却無極畫一之範圍。如云鐵與炭和合者。爲鋼。而熟鐵鑄鐵。亦何嘗非鐵炭和合物。錫非爾泥鍋製鋼廠。以生鐵百分之七十五。與熟鐵百分之二十五和合。製成鐵料。名曰鑄鋼。審如是。凡冶金工夥。若以熟鐵百分之二十五。而與叩皮拉爐之生鐵百分之七十五相和。則俱可稱之爲鑄鋼矣。或有以淬水而現硬性爲鋼者。近來歷經試驗。仍不能以是而例各種鋼料。鐵錠淬水。固非硬性。而軟鋼淬水。軟性不改。試取兩種鋼料。一含炭百分之一。一含炭千分之一。同燒至紅熱度。而淬之於水。則含炭百分之一者。其硬可畫玻璃。而含炭千分之一者。

鐵 世 界

一者則否。則又不得以淬水變硬之為鋼矣。而鋼之難於定名。又不止此已也。今新造之鋼料。且日出不窮。其品類亦即特別而各殊。如藍板簧條。又一切快鋼等。其所含各種金類。如銘錫錒鈳鈳鈳等質。非特多於炭。且有多於鐵者。因此而鐵炭和合為鋼之說。不辨自明矣。故欲確得其定名之理。則須如下所述。除特別鋼料外。而平常鐵料。若其所含炭質在百分之二。與百分之二之間。且已鑄成模形。以備擡錘者。俱謂之鋼。

平常軟鋼。其內炭質。不得越百分之二。迨炭愈增。其硬性亦愈增。直至成為快鋼而止。茲將其炭之効力列表如左。

	軟鋼	硬鋼
炭	● 1.0	● 1.00
效	● 0.11	● 0.11

硫 ●〇二  
 燐 ●〇二  
 韌力以噸計 二〇〇〇  
 延長力以百分計 五〇〇〇  
 縮面以百分計 七〇〇〇  
 一〇〇〇  
 據右表觀之。則知炭增其韌力亦增。而延長力與縮面則反減。故製鋼者。可以炭為標準。而製一切之鋼料。茲將畢司馬西門師與泥鍋爐三種鋼料。其品類如何。含炭若干。列表于下。

鋼之品類

炭

功用

●二〇

船板 甑板及一切鋼片等

●二五

鋼軸

畢司馬鋼

●三〇

器具

西門師鋼

●四〇

鋼軌

泥鍋爐鋼

●五〇

簧條

西門師鋼

●二〇

飯板

西門師鋼

●六五

簧條

西門師鋼

●三〇

利刃鋼

西門師鋼

●九〇

鑿

泥鍋爐鋼

●一〇

銼鑽及一切利刃鋼

泥鍋爐鋼

●二〇

捲刃鋼

泥鍋爐鋼

●四〇

鋸

泥鍋爐鋼

●五〇

剃刀

右表雖其大略而亦可瞭然於炭在鋼中之効力矣。至所設炭之一定成分實由試驗而得。並非臆揣。若過與不及則均不適用。設用白鐵所含炭質百分之三。以代利刃鋼則必苦脆而無用。故鋼之含炭以百分之一。至百分之二爲度。鋼燒紅而浸之於水。依例則變硬。前已備言之矣。然若將已變硬之鋼而緩燒之。至與其未淬水以前之熱度等。復遲遲冷之。則鋼又復變軟。鐵廠工人名曰復性。其復性之法。則司於其改變硬後。再加熱度之高低而規定之。職此以故。而調性之法。即遂之而生。蓋凡製各等利刃鋼料。固求有硬性。然過硬則反脆。而不適用。則又須知其脆性如何。脆性與硬性効力相反。而調性之法。則有一定熱度。自百度至四百度爲界。使其硬脆相濟。以製各等快鋼。然則熱度之大小。果由何而定乎。其法即視鋼塊燒時。其燒面之色相而定。熱度低時。色尙黃。迨熱度漸增。則色變紫。旋又變藍。再增則爲黑藍色。此種色相。即淬水之法定時間。而調性之法定熱度也。亦有鋼不淬



之於水而淬之於油者。名曰油淬鋼。其硬性較之水淬者略減。而脆性則加大也。鋼之內除炭外。其所含他質。亦可略述之。以便閱者有所檢視。平常鋼料。俱含錳質。其數由零以至百分之一。是質能增鋼之堅性與韌力。且錳質較多。則能使鋼中之硫質。歸於無力。至於砒。以能收養之故。亦所以用爲製堅鋼之料。惟鑄鋼料。其含砒至多。不得過千分之三。磷在鋼中極脆。故能使鋼成爲冷脆。其尤堪注意者。在純鋼中。其含磷不得過萬分之三。而平常鋼料。則多限以萬分之六。若過千分之一。則冷脆絕不可用。至於硫。其在鋼中過度。則名曰火脆。意即謂過紅燒度。則不可工作也。上等鋼料。其含硫不得過萬分之一。而普通鋼料。則限之以萬分之四。若其略增。則須錳質加增。使其無力。否則爲害甚烈也。

鋼例 按工場經驗。每由炭之多寡。以定鋼之品類。其例則以每千分之一之炭而定。下列一表。除軟鋼不計外。而一切普通需用鋼料。俱可以是表規定之。

炭質以百分計

鋼之品類

●五〇

鋼簧

●六〇

印模

●六五

鐘表鋼簧

●七五

鋼錘鋼剪鋼斧等

●八〇

鋼鑿螺絲印等

●九〇

利刃器鋸片

●九五

器鋸鋼針

一●〇〇

鋼鑿十字鋸

一●一〇

鋼鑽鋼銼手鋸

一●二〇

石鋸及磨機鑽

第八章 鋼之名理

鐵

世

界

一●三〇

硬鑽劈刀捲刃器等

一●四〇

鋸銼

一●五〇

剃刀及醫科外科割器

據前表觀之。則知鋼之學理。迨無要於炭之權力矣。英國冶金學家柯腦魯氏。曾於是學極力研究。於一千八百九十五年。印一短冊。名曰炭之權力。與鋼之關係。遂使冶金學界。放一異彩。承學之士。乃得條分縷析。絜鋼學之要領。顧柯氏初發明斯理也。取極純之鋼料。與炭和者。而一一證驗之。以各等試法。其結果。乃知鋼之品類。率由於炭之變遷而定。從茲歐美諸鍊廠。遂均稱爲鋼例。其例之最要者。則在炭之百分之八九之一點。此一點。謂之飽和鋼。由此點而上下之。其過與不及。皆有一定之變化。而鋼之品類不同。要皆其變化力之作用。

前所言熟鍊之組織體。其斷面往往現有拐歪形者。殊非其組織體之真面目。所以

然者。因其斷面由重力致之。非以機器切之也。蓋必其切爲斷面時。如切奶餅而其組織體。乃不至改其本來。故欲得其真正組織體之營造。則必須如下所述。

取一成條鋼料。而徐徐以機器切之。分爲兩斷面塊形。其斷面處名曰試面。然後以細軟之紙磨之。由漸而磨之以極細之紙料。俟其斷面無微紋之可見。然後洗之。再浸之強水之中。其時間之大小。視其鋼料之性情而定。取出旋復置酒精於上。待乾後。則置之於顯微鏡上。以便窺測。如是乃能得一最完全無疵之組織體。

試取極純而無渣滓之鐵。作一表樣。則其組織體之斷面。在顯微鏡中。視之全係白色。毫無斑點之可見。惟其體略有紋絲。足顯其結晶時之狀態。其所以全成白色者。因淨鐵之內。炭質最少。炭既少。則其組織體。自無黑斑。迨炭增成爲鋼時。而炭即與鐵配爲鍊炭三。在顯微鏡內。視之現黑色。若有鉻錳等質雜入。則亦成爲鍊三炭與錳三炭。亦現黑色。此等黑色之質。最爲堅硬。即所以使鋼成爲堅性之資料。且黑斑

之周圍附近均現有洪大之光亮。以呈現於人之眼簾。大冶金學家蘇白君謂爲珠體。迨後柯腦魯君謂白色者曰無炭體。黑色者曰有炭體。炭愈增則組織體之黑體愈增。而白體漸減。及至全體純爲黑色。柯氏謂此一點爲飽和鋼。其時鐵中體質全變爲有炭體。而此一點卽其內含炭百分之八·九。若炭未至百分之八·九。則爲未飽鋼。或已過百分之八·九。則爲過飽鋼。其未飽鋼可取兩種鋼料試之。一含炭百分之二·九。一含炭百分之五·八。在顯微鏡內視之。其含炭百分之二·九者適佔其全體三分之一。而含炭百分之五·九者。適佔其全體三分之二。觀此兩種表樣。而炭之作用自明。至全體成黑色。而炭在鋼中。又適爲百分之八·九。故謂之飽和鋼。若炭遞增過於百分之八·九。其組織體則成網羅形。全體雖皆帶黑色。而有白紋則遍佈於全體。迨炭愈增而白紋卽愈大。此白紋卽炭之變形。而黑色者則仍爲之炭體。故謂此種鋼爲過飽鋼。若白生鐵其含炭爲百分之三·四。其黑體白

體○視○之○更○瞭○然○也○

據顯微鏡內之窺測其含炭百分之○八○至百分之○八九○其內之無炭體○逐漸變為有炭體○至飽和鋼而止○過此一點○為過飽鐵○其內之有炭體○即又復漸減○如是則凡過飽鋼○宜其韌力漸減○惟按之重學試驗○則又與顯微鏡之試驗○微有不同○茲特列表如左○

炭	韌力	張力	縮面
●○八	二一●三九	四六●六	七四●八
●二○	二五●三九	四二●一	六七●八
●三八	二九●四九	三四●五	五六●三
●五九	四二●八二	一九●九	二二●七
●八九	五二●四○	一三●○	一五●四

## 第八章 鋼之名理

四八

一●二〇

六一●六五

八●〇

七●八

一●四七

五五●七一

二●八

三●三

右表所列。則知韌力加增。直至炭之百分之一●二〇之一點而止。則與顯微鏡所測得之一點。似有不同。然自顯微鏡內視之。則含炭百分之一●二之鋼。其組織體之網羅形。即所以增加其堅性。而過此一點。則有炭體逐漸無力。故其堅性。亦即漸減。故白生鐵之韌力。僅十噸餘。而張力縮面。幾至於無也。

## 第九章

## 泥鍋爐製鋼法

冶鍊鑛質以直接製鍋。在今日罕有用之者。世界各國今多用間接製鋼法。此法約分三種。曰泥鍋爐製法。曰畢司馬製法。曰西門師製法。惟畢西兩法純係化合。而泥鍋爐製法則本乎重學。因此法之作用。乃分配物料之多寡而鑄合之者也。職此之故。而此法可與克皮拉爐之鍊生鐵法。彼此相較。因克皮拉爐法所以鑄合各等生鐵料。而另成一種鐵料。而泥鍋爐製鋼法亦即所以鑄合各等鐵料。而另成一種新鋼也。故簡言之。泥鍋爐製法乃一摻和而鑄合之一種製鋼法也。而欲規用斯法。則全在於慎擇鐵料。而善為分配之。鑄化之前最宜注意此點。此法所出鋼料較之畢司馬法與西門師法較為精美。而其所出之特別鋼料如錳鋼。鍊鋼。鈳鋼等。又為畢西二法所不能。是以此法雖古而仍不廢者。皆此故耳。惟此法出貨較少。而一



切普通鋼料。俱仰給畢司馬法與西門師法。

極堅硬之鋼。極快利之鋼。惟此法乃能製之。而世界諸鐵廠。遂標其名曰鑄鋼。以示其與普通鋼料異也。因此法所出之鋼。品料高貴。故昔時在商場上。能享無上之價值。特近年以來。而他種製鋼法。亦有印成鑄鋼字樣。以售大價者。顧他種製鋼法。以學理推之。亦何嘗不可謂之鑄鋼。惟按之昔日命名之用意。則專在泥鍋爐之一法。而凡他種製法。則不宜沿用斯號。而至今此等專名。則多有用於他種製法者。遂成爲不緊要之關係。

製法 鑄鑄鋼者。皆有鑄爐室。室內之地平面。爲成行排列之鑄爐。爐之形爲蛋圓體。每爐各容兩泥鍋。爐內全係火泥磚砌成。磚縫俱用火泥塗之。由其內面以及其通風之處。俱依此法砌成。亦有爐內僅容一泥鍋者。其爐式爲圓形。

鑄爐每一月。則重脩一次。每當築爐之期。則全爐皆歇工一日。名曰脩築期。工竣則

能再鑄。其爐之頂有爐蓋。乃一四方火磚。邊以鐵條圈之。蓋之中心。上有手柄。以便移動。平常每一鑄爐室。則有十二鑄爐。裝料之時。祇須工人八名。鑄鋼師一人。裝炭工二人。倒鋼工二人。掌鐵柱者一人。製泥鍋者一人。放置泥鍋者一人。有此八人。則鑄爐室內。已足使用。

泥鍋乃火泥製成。亦有數處用黑鉛鍋者。惟其所出之鋼料。不如泥鍋之精美。故用之者少。泥鍋所用之泥。有四種。茲將其分析表。列之如左。

	第一種	第二種	第三種	第四種
砂	養二	四六・三〇	六二・三〇	五二・〇〇
鉛	二養三	四〇・〇〇	一三三・三〇	三六・〇〇
鎂	養	四〇	無	五〇
銻	養	四〇	七〇	八〇
				一〇〇

鐵

鐵 養 〇二七 一〇八 二〇〇 三三五〇

水 氣 一二・六七 一〇・三〇 一九〇〇 一〇・六〇

此四種泥料。常攪和之。以成一種新泥料。較之單獨之泥料。其結果常佔優勝。攪和之時。尤須加以焦炭灰少許。以勻飾之。惟此四種泥料。與炭灰所成之泥鍋。亦有四種。茲將各種泥鍋所用之各種泥料。按百分計列表如下。

泥料 甲種泥鍋 乙種泥鍋 丙種泥鍋 丁種泥鍋

第一種 一〇 二〇 二一 三五

第二種 四五 四〇 二〇 〇

第三種 二一 一七 三五 二〇

第四種 二一 一七 一四 三〇

焦炭灰 三 六 一〇 一五

甲種泥鍋。爲製上等鋼之用。其泥料所施炭矽於鋼中者較少。故所用鎔化之期亦較長。乙丙兩種泥鍋。乃平常所通行者。略施矽質於鋼內。其他則無所損益。故此兩種泥鍋。工作時易於統制鋼料。而所出之鑄鋼。亦極精美。至丁種泥鍋。爲用較寡。鐵匠輩有用之者。取其能大施炭矽於鋼中也。惟此等泥鍋。可用四次。而他三種泥鍋。則各僅用三次。

製造泥鍋。大半藉乎手工。故宜專備一製泥鍋匠。以司其事。因每一鎔室。每日需泥鍋二十四個。又恐有所損壞。故製泥鍋匠。每日須製三十個。夫製泥鍋之要素。則在於泥料摻和均勻。先將各等泥料。各磨爲粉而篩之。然後各按三十泥鍋應用之數。而權之。卽焦炭灰亦然。權後卽摻和之。旋加以水浸之。復用赤足踏之。使其極勻而止。計每泥料六百磅。須踏三點鐘。平常踏時之長短。則因其所用之泥料而定。如甲種則費時。乙種則省時是也。旣踏就則切爲泥塊。每塊約重二十九磅。後用鐵板反

覆。掃。之。以。免。啤。隙。有。經。驗。之。人。能。以。目。力。而。定。啤。隙。之。有。無。也。

泥料既備矣。而攪之成鍋。其所用器具。又不可不知。外乃一鑄鐵套。如泥鍋形。中爲中空。鐵塞亦如之。鐵套之內面。與鐵塞之外面。皆須光滑。以免泥料膠黏於上。鐵套之底。乃一活板。中鑽有孔。鐵塞之底。其中心有針。可穿入下連之活板孔內。其套之內塞之外。俱塗以油質。使之光滑。後將所備之泥塊。放入套內。旋即將鐵塞插入。其塞底之針。適與其活板之底孔相遇。再經木錘搗打。而鐵塞即全佔其本位。其時泥料即在套與塞之間。後以極敏妙之手腕。拔出鐵塞。則泥鍋中空。然後解鐵套之兩耳。則鐵套落地。時泥鍋祇在活板之上。後用鐵片。攪之。置於熱處。使之成硬。既成硬後。復位之於鑄室內之架上。至兩三禮拜之久。以爲燒乾之預備。乾後之重量。每泥鍋僅重二十五磅。若其燒後。其重祇二十一磅。泥鍋之外。若燒蓋等。亦皆以泥成之。惟所用之泥料較低耳。

泥鍋既乾之後。又須以火徐徐燻之。火色務必勻適。方為有用。其法以一鐵格板。使之可容三十泥鍋。而以泥鍋之口下覆。排列於鐵格板之上。其各泥鍋相距之處。俱實以焦炭。燒時之熱度須極慢。如是燒至一日之久。即可適用。

熟鐵成鋼。必須加增炭質。在此法內。則全恃乎木炭。熟鐵既鎔。即能吸收其炭質。故木炭愈多。其所施於鋼中之炭亦愈多。是以欲製何等鋼料。恒視其所加之木炭多寡而定。設如製五十磅重之鋼錠。使其含炭百分之一。一而所用之熟鐵。其含炭為百分之〇。五。木炭含炭百分之八七。五。五十磅等於八百兩。惟爐內炭質時有損失。故算時亦宜加入。如其損失為百分之〇。八。則當以含炭百分之一。一八計算。茲將其算式列之如下。



此十兩三錢木炭與七百八十九兩七錢熟鐵乃能製成鋼料含炭百分之一。一也。惟木炭之炭亦嘗與空氣之養化合其損失之數普通以百分之十計故又須加入一兩零三分木炭合之即十一兩三錢三分也。

其第二算式則以所用鐵料為熟鐵與剪鋼兩種故設剪鋼之炭為百分一。三〇。熟鐵之炭為百分之一。〇五。如欲製五十磅之鋼錠令其含炭為百分之一。六五其損失之炭為百分之一。〇五。則其算式如下。



令  
 天 = 剪鋼磅數  
 則  
 五〇一天 = 熟鐵磅數  
 故  
 一〇三天十〇五 (五〇一天) = 五〇 × 七  
 一〇二五天 = 三二〇五  
 天 = 二六

六即  
 磅剪  
 鋼  
 二  
 十六  
 五〇減二六即熟鐵  
 二  
 十四  
 磅

第三算式爲熟鐵、錳鐵、木炭相和之料。設熟鐵爲五十磅、錳鐵爲六兩、木炭爲十兩。而熟鐵之炭爲〇〇五、錳鐵之炭爲七、木炭之炭爲八七五。而其所出之鋼錠共五十磅半。問其鋼內含炭百分之幾。

八〇〇兩熟鐵含炭三〇四兩  
 六兩錳鐵含炭三〇四二兩  
 一〇兩木炭含炭三八七五兩  
 總之三九〇五七兩

若算成百分則

$$\frac{九〇五七 \times 一〇〇}{八〇八} = 一一一八四$$

卽其鋼錠含炭百分之  
 一一一八四

第四算式。鋼錠內所含矽錳硫磷等質。亦能算出。如用軟鋼三十八磅。白生鐵十二磅。錳鐵四兩。而三者之分析表爲。

	軟鋼	白生鐵	錳鐵
炭	●二〇	四〇〇	七〇〇
矽	●〇一	●一〇	●九〇
錳	●五〇	●三〇	八〇〇〇
硫	●〇五	●〇二	●〇二
磷	●〇五	●〇二	●二五

而令其所出之鋼錠爲五十磅。問其內之炭矽硫磷錳。各爲百分之幾。

## 第一式求炭數

$$\text{軟鋼之炭} = \frac{608 \times 2}{100}$$

$$= 12.16 \text{ 兩}$$

$$\text{生白鐵之炭} = \frac{192 \times 4}{100}$$

$$= 7.68 \text{ 兩}$$

$$\text{錳鐵之炭} = \frac{4 \times 7}{100}$$

$$= 0.28 \text{ 兩}$$

$$\text{總之} = 9.176 \text{ 兩}$$

百算  
分成

$$\frac{9.176 \times 100}{800} = 1.147$$

即  
之  
其  
一  
鋼  
錠  
含  
炭  
四  
七  
百

第二式求磅數

$$\frac{608 \times 0.1}{100} = 0.608 \text{ 爲軟鋼之磅}$$

$$\frac{192 \times 0.1}{100} = 0.192 \text{ 兩}$$

爲白鐵之磅

$$\frac{4 \times 9}{100} = 0.36$$

爲錳鐵之磅

總之 = 0.2888 兩

$$\frac{2888 \times 100}{800} = 361$$

● 卽含磅百分之  
● 三六一

## 第三式求錳數

$$\frac{六〇八 \times \cdot 五}{一〇〇} = 三 \cdot 〇四〇 \text{兩}$$

為軟鋼之錳

$$\frac{一九二 \times \cdot 三}{一〇〇} = \cdot 五七六 \text{兩}$$

為白鐵之錳

$$\frac{四 \times 八〇}{一〇〇} = 三 \cdot 二〇 \text{兩}$$

為錳鐵之錳

總之 = 六・八一六兩

$$\frac{六 \cdot 八一六 \times 一〇〇}{八〇〇} = \cdot 八五二$$

之即  
 八五二  
 八五二  
 百分

第四式求硫數

$$\frac{六〇八 \times \bullet \circ 五}{一〇〇} = \bullet \circ 三四兩$$

爲軟鐵之硫

$$\frac{一九二 \times \bullet \circ 二}{一〇〇} = \bullet \circ 三八四兩$$

爲白鐵之硫

$$\frac{四 \times \bullet \circ 二}{一〇〇} = \bullet \circ \circ \circ 八兩$$

爲鑄鐵之硫

總之 =  $\bullet \circ 三四三二兩$

$$\frac{三四三二 \times 一〇〇}{八〇〇} = \bullet \circ 四二九$$

即含硫百分之四二九

## 第五式求磷數

$$\frac{608 \times 0.05}{100} = 0.304 \text{ 兩}$$

為軟鉄之磷

$$\frac{192 \times 0.03}{100} = 0.0576 \text{ 兩}$$

為白鉄之磷

$$\frac{4 \times 0.25}{100} = 0.01 \text{ 兩}$$

為鑄鉄之磷

總之 = 0.3746

$$\frac{0.3746 \times 100}{800} = 0.464$$

即含磷百分之  
四六四



上所列各算式。乃事前之計畫。而鎔化之後。其所預算之料。與其所得之料。則大有不同。試取第四算式。作一比例。一爲預算所欲得之數。一爲所實得之數。將其所不同處。列表如下。

	預算	實得	失數	得數
炭	一〇一四四	一〇一四四		
矽	〇三六	一八〇		一四四
錳	八五二	四三〇	四二二	
硫	〇四二	〇六〇		〇一八
磷	〇四六	〇四六		

觀此表則知各質之變化。端視其所用之泥鍋及其燃料而定。如泥鍋之泥料。其含焦炭灰多。則其所出之鋼。其含炭必增多。則減。硫之增也。則全本乎燃料。普通焦炭。

尚能增百分之〇二而不純之焦炭其所出之鋼料增炭將無底止故製鑄鋼者宜慎擇燃料。燐在泥鍋內不增不減一如預算之數。至於矽有時或增至五六倍而錳則減去一半。其一增一減之理皆本乎火力之作用。下文將詳言之。

於未卸料之前則各鎔爐中宜先以置一盈鏟之活火旋即將鍋槩放於爐底鍋槩之上各置以泥鍋而覆之以蓋然後將各鎔爐實以焦炭俟其與泥鍋等平而止後燒之至泥鍋成紅黃色則將泥鍋之蓋取去而以所權定之鐵料木炭等由鐵漏斗裝入泥鍋之內且覆之以蓋燒至三點半鐘或四點鐘之久其時泥鍋內即全行清鎔。惟若此時遽將其液體鋼料倒出則其所出之鋼錠必多氣隙而欲去其氣隙則宜先加以四五兩錳鐵名曰斬鋼既斬之後仍須燒以二十分至四十五分鐘之久其時之長短視其所出鋼料之軟硬而定當既加錳鐵之後而泥鍋之內其物料化合異常緊急能於火色中辨之至其理由亦可略爲述之昔時冶金學家咸謂錳質

加入能收泥鍋上之矽質。入於鋼中。以逼氣質飛散。後復有人謂氣質併未驅出。特以有氣之故。鋼內吸收矽質。實賴氣以增其化合力。厥後累經試驗。則知氣質之驅出。皆火力之作用。併非吸收矽質所致。近來冶金學家。皆奉此理以為依歸。前所言加錳四五兩者。實指製普通鋼料而言。若所加入之錳十分充足。則可製為半錳。若為數甚少。則成為鏡鐵。茲將二者之分析表列之如下。

鏡鐵

半錳鐵

燐	●二五	●二五
硫	●〇二	●〇二
矽	●五〇	●七〇
錳	一五〇〇	五〇〇〇
炭	四〇三〇	五〇五〇

鐵 七九●九三

四三●五三

而平常泥鍋爐所用者則爲錕鐵。茲將其分析表列之如下。

炭 錳 矽 硫 磷 鐵

六●八〇 八〇●〇〇 ●九〇 ●〇二 ●二五 一一●〇三

鋼錠之模式如何。要視其將來之用項而定。模形係鑄鐵製成。爲兩半體。當未倒鋼之先。則宜先將各半體模。下覆於架上。其架之下。燃煤油漿以燒之。務使模之內面。全現烟灰。而鋼質乃不致黏塗其上。如是處。治名曰塗灰。既塗灰矣。則將兩半體合之。而以鐵鑲夾之使緊。後置之於熱沙穴內。迨倒鋼之時。甫近。而鑄模之鉄鑲務必使之固定。須免液鋼下流之害。預備皆就。而鋼亦已鑄清。則拖泥鍋者。將泥鍋夾出。而轉之於倒鋼者。倒鋼者抓之。而拖泥鍋者釋之。卽掀其蓋。倒鋼者遂卽將液鋼倒出。流於鑄模之中。

若其鋼錠重於泥鍋內之鋼料。則宜用合併法。即將此泥鍋之液鋼併入於彼泥鍋之液鋼。而後倒於鑄模之中。若猶不足。則仍須併三併四而後倒之。惟此時倒鋼者。須兩人方能勝任。不似平常之僅用一人也。當畢司馬法與西門師法未興之前。而歐洲諸鐵廠。凡鑄造極大鋼料者。皆本此法。而今則掃地盡矣。欲製極上等之鋼料。其鑄模之頂截。則有縮空體。以使其鋼質堅硬。此縮空體當未撥錘之先。宜切斷作為廢料。至於軟鋼。則其液鋼在模內亦自升張。欲免斯弊。則宜以生鐵塞。杜其模口。乃為有濟。

## 第十章

## 畢司馬製鋼法

畢司馬製鋼法。純係化合理。空氣入爐。即與所流入之液體生鐵化合。鐵汁中之炭矽錳等質。即與空氣中之養氣。配成炭養二矽養二與錳養。炭養二爲氣質業已飛散。而矽養二與錳養。成爲渣滓。炭矽錳既已他移。而硫磷則毫無減損。且炭矽錳之去。所以減原料之重量。原料之重量既減。而硫磷之成分。自必加增。故當用生鐵時。須擇其含硫磷少者。方爲有用。畢司馬初發明此理時。曾謂此乃製熟鐵不用燃料之一法。因鐵中之炭矽錳等質。能與空氣之氣配合。自成燃料也。此三質與養化合時。能生極大熱度。而此三質之中。尤以矽所生之熱度爲極大。

製法 所用生鐵。以含矽百分之二。五者爲最宜。蓋矽多則過熱。少則過冷。此理之無可辨者。生鐵係液體。可由化鐵爐。或叩皮拉爐。經過流槽。而入畢司馬爐。惟平

常所用者。多係調和爐。能收合各爐之生鐵。而產最適宜之鐵汁。既省物料。復產良鋼。最爲便利。至畢司馬爐之形式。則外係軟鋼殼裹之。兩邊有耳。一耳中空。用以通氣。一耳有柄。可以使爐轉動。爲裝料倒鋼之用。爐內全係火泥砌成。其全體如梨形。氣管皆在爐底。空氣入則上升入於所裝入之鐵汁中。氣管之下。有氣箱。所以收蓄由耳管所入之空氣。當脩爐時。則將爐之全體。分爲三段。曰底段。曰上段。曰鼻段。此二段俱有管鑰。用以開合。脩造時開之。用時合之。甚便也。

爐既脩築竣工。則將其三段之管鑰鎖之。當裝料時。即將爐轉落。與地面成斜綫。以便鐵汁流入。俟其數滿足而止。惟此時鐵汁之液體。尙未與氣管相接觸。迨空氣管開。然後將爐轉起。復其原形。此時空氣中之養氣上升。與鐵汁中之雜質化合。全爐大震。其空氣之壓力。每分鐘每方寸在二十與二十五磅之間。而此時爐內之熱度驟增。皆矽養二化合之力。其上升之火焰。甚廣而猛。迨鋼滾時。則灰渣出發。而火焰

鐵

世

界

漸漸下落。因鋼將至鎔熟時也。至是則又復將爐轉落。而空氣管閉。若燒之過度。則鋼汁即變為鐵養。最宜慎防。至通氣時之長短。則視其所用之生鐵料而定。大約在十四分鐘與二十分鐘之間。茲將其生鐵之原料與其鎔後之鋼料之分析表。列之如下。

	原料 分計	鋼料 分計
炭	四〇〇	〇四
礞	一二五〇	〇二
錳	四〇	〇〇
硫	〇四	〇六
磷	〇四	〇六

是即炭矽錳大減。而硫磷略增也。其所出鋼料。多少必帶有鐵養在內。名曰火淬。此



鐵

等鋼一經接機。則易斷裂。後由馬雪特氏發明加錳之法。則能用錳以移動其鐵中之養。而變為有錘性之鋼料。且所加錳質。須由錳鐵。錳鐵內之炭。加入鋼內。亦最有用。惟加錳鐵時。須先將錳鐵燒紅方可。

既加錳鐵後。即將爐轉落。令其鋼汁流出。入於貯鋼器內。貯鋼器之底。有活孔。孔開而鋼汁即流入於各鋼模內。成爲鋼錠。

下所列之鋼料。化合理。所以解明其理由。生鐵而成爲鋼料之種種變化也。

畢司馬酸性製鋼法之實驗表

	炭	矽	錳	硫	磷	鐵
生鐵	三・八八	二・五四	・四七	・〇四	・〇五	九三・一二
叩皮拉爐生鐵	三・八五	二・二六	・四五	・〇六	・〇五	九三・三三
通氣後五分鐘	三・〇二	一・六七	・一三	・〇七	・〇六	九五・〇五

界

世

通氣後十分鐘 ●九八 ●二六 ●〇四 ●〇七 ●〇六 ●九八●五九

通氣後十五分鐘 ●〇四 ●〇三 無 ●〇七 ●〇六 ●九九●八〇

成鋼期 ●五四 ●〇八一●〇八 ●〇六 ●〇七 ●九九●一八

右表乃專指酸性製鋼法而言。以其爐內所用之磚皆火泥製成也。下文即詳言鹽性製鋼法。

### 畢司馬鹽性製鋼法

前所述之酸性製鋼法所出之鋼其含磷質較之原料併未減少。何以故。因酸性爐內所砌之泥料無權力以移動之也。故鹽性與酸性之所以不同。即由其內所砌之泥料而異。鹽性爐內所砌之泥料有化合性或中立性。平常所用者多係白雲石和以石腦油而塗於爐之內面。其爐之下段亦以此法塗之。後曝乾即可適用。

發明此法者。英人叨莫司與德人哥却特也。其理則絕似酸性製鋼法。所異者其爐

內所砌之泥料。與其鎔時所加之鐵料耳。自此法出。而冶金學家及各等鐵工廠。乃有所表率。且其所出灰渣。又能供農家糞田之需。以其內含磷故也。

鹽性爐宜熱。於未加入鐵汁之前。即先加以石灰。計每加鐵一噸。須用石灰三百八十餘磅。然後將生鐵汁流入。而令空氣管開。其鐵汁與空氣化合之理。悉與酸性製法無異。惟其初化合時。磷質尙未他遷。而炭質則已大減。迨火焰下落。而磷質乃大爲變動。此時果難知鋼之果鎔熟否。須將爐轉斜。令其鐵汁略流少許於小貯器中。作爲試料。以察其內之磷質。是否全行移動。其試法即以小貯器中之鋼塊。厚僅半寸。淬於水中。旋以錘斷之。其斷面之細纖維。若其結晶體巨大。則磷必多。細小則磷必少。故當磷質未全移動時。宜加以石灰。迨磷全去。則將爐內之灰渣先行倒出。務使鋼汁澄清。此時則可將錳鐵加入。旋即將爐轉成橫形。將鋼汁倒於貯鋼器中。此法所用之生鐵料。其內含砒則不宜過多。平常所用者。其平均數爲百分之一。

所含之磷。則可至百分之二。與百分之三之間。而所出之鋼料。其內含磷。則僅及百分之〇六。至炭之多少。可隨意而爲之。以製各樣鋼料。而以軟鋼料爲最宜。

### 畢司馬爐之歷史

畢司馬初創此法時。本期得一新法。將所鑄成之生鐵。壓入空氣。以減其炭質。而製爲純鐵也。其所試用之器具甚繁。譬之氣管。彼曾置之於爐之各處。冀得一最適當之位置。其究也。乃取定爐底。爲壓氣之孔道。相沿至今。猶多用之。惟此法所出之鋼。銳已歷經試驗。未甚優美。曾幾何時。而鋼料之問題。乃同時發生。蓋狹小之鋼料。非脆鋼不可。而脆鋼之成也。據鐵廠之試驗。其出數少。需時短者之鋼料。必優於出數多。需時長者之鋼。用時而小畢司馬爐。遂風行一時。此爐則出數少。而需時短。故其所出之鋼料。自熟。熟則脆。泥鍋鐵與西門師爐所不能及也。小畢司馬爐之最佳者。爲陸寶騰式與托品那式。此二者之氣管。俱由爐邊插入。至其詳細方法。下文當另

述之。

陸寶騰爐之背面如屋脊。前面則直立。其前面之底段。則有數氣管。橫道插入。惟皆斜形向徑。鋼汁之平面。略低於氣管之成行平行綫。惟鋼汁與氣管之口相接觸時。須將爐轉成斜形。乃能相交。至氣管之壓力。則每方寸在三磅與四磅之間。氣之入也。由合葉而經過氣管。以與鋼汁相遇。當氣壓入時。而斜行之氣管。能使爐內生爆裂之猛響。其氣管之面。極相緊切。按理則氣管之面應高。而平常所用者。則高僅三四寸。氣管之面。其上層所壓入之空氣。未曾耗用。及至爐池。則與其內之炭養氣。配爲炭養二氣。而爐內之熱度即增。

托品那爐之氣管。分兩層。上層則由爐邊橫道插入而斜行。下層則亦橫道插入而平行。而異於陸寶騰爐也。其下層氣管之口。却與鋼汁之面相對。當氣壓入時。即遍燒鋼汁之面上。迨火焰上升。乃可將上層氣管放開。其下層氣管所壓入之空氣。尙

鐵

世

界

未能盡使之配成炭養二氣。其所成者祇炭養氣。及至上層氣管。與所壓入之空氣相遇。則收養而變為炭養二氣矣。此時爐內熱度大增。而脆鋼即由此而成。

托品那爐鎔化表

	炭	矽	硫	磷	錳
生鐵	三●六八	二●三一	○●三	○●五	●六一
五分鐘後	三●二六	一●六二	○●三	○●五	●六〇
十二分鐘後	二●九〇	●四六	○●三	○●五	●一〇
十四分鐘後	二●三〇	●三八	○●三	○●五	●〇四
十八分鐘後	●八六	○●八	○●三	○●五	●〇四
將閉氣管時	●一〇	○●七	○●三	○●五	●〇四
倒鋼期	●二四	●三一	○●三	○●五	●〇八

第十章 畢司馬製鋼法

## 第十一章

## 西門師馬丁製鋼法

此法一如畢司馬法。亦所以使生鐵中之雜質與空氣之養化合也。其所異者。則惟於生鐵既融之後。加以鐵礦。而令礦中之養氣。以與鉄汁中之雜質化合。此法需時甚長。約八點鐘與十二點鐘之久。不似畢司馬法之僅需十二分鐘與二十分鐘也。緣是則能鎔化巨料。以廣出鋼之噸數。且所產之鋼。能隨意所欲。軟鋼硬鋼。均能鎔鑄。而爐式之大小不齊。其容量則由二噸以至五十噸。間亦有過五十噸者。顧此法所以必加馬丁二字者。以馬丁曾發明一製鋼法。即將生鐵與熟鐵合鎔於沙罐之內也。而西門師之初創製鋼法。則祇用生鉄與鐵礦。故合此二者。乃成爲西門師馬丁製鋼法。嗣後西門師危林復更新之。使燃料既燒而後。復令其再經過空氣室。以增其熱度。則煤氣受空氣室之熱。而入於爐內。其熱度亦必大增。至其燃料。原係煤。



炭半燒而後即成煤氣。而製煤氣之法亦各不同。近來大加改良。且能由是再製他物。而煤氣爐式之不同。亦有數種。其最要者。則惟西門師式與威爾遜式。計每煤一噸。可產煤氣十六萬英立方尺。

爐形 爐身爲八角形。外殼則磚包之。而緣邊則鐵杆支撐之。當安置鐵杆時。宜設留餘地。以備其熱時張長。內則以上等砂磚砌成。取其能耐大熱。而使火焰易下落也。至爐之所屬部段。極爲繁雜。下文當分言之。爐池乃淺池式。亦八角形。池邊曰池岸。若爲酸性製鋼爐。則池底宜先鋪砂磚兩三層。池之邊疊成斜坡形。以成池岸。然後用砂覆之。務使池之全體。同傾向於出鋼口而止。

爐頂 昔時爐頂甚低。其用意。在使火焰下降。其實則全賴砂磚爲臂助。近來則爐頂變高。而爐池之邊。則有淺突。以使火焰下降較善也。

淺突 此等淺突。在爐池之上面。所以收容空氣與煤氣也。其製法各不同。而其用

意則在使空氣與煤氣混合。使煤氣成完滿之熱度也。邇來歷經試驗。總以空氣突在煤氣突之上爲較善。當空氣與煤氣合時。却在爐池平面之上。亦有空氣突與煤氣突分置於兩邊者。或兩煤氣突近爐池。兩空氣突近爐頂者。迴熱室每爐之底。有兩對迴熱室。卽兩煤氣室與兩空氣室也。此諸室內。全係蜂窩磚砌成。取其能收熱復能散熱也。故此諸室。實皆爲煤氣空氣之隧道。不過至此。須經許多曲折。而流行較緩耳。當工作時。則祇用兩迴熱室。一以收入空氣。一以收入煤氣。空氣與煤氣入爐。則爐內之熱大增。既燒而後。則由淺突而入於其他之兩迴熱室。遂由煙桶飛散。至迴熱室之大小。按例則空氣室應大於煤氣室。蓋必如是。而空氣入爐之熱度。乃能較大於煤氣入爐之熱度。西門師謂每兩室所用磚之重。當十六倍或十七倍於其所往來兩次所燒煤之重。葛路納則謂每兩室用磚五十啟羅。即等於其所往來兩次所燒煤之重。彼又謂每點鐘生煤氣一百磅。則兩室所用之磚。在五十九與一

鐵

世

界

百零三方尺之間。萊地博以實驗之故。謂每點鐘生煤氣百磅。則兩室所用之磚。在五十六與百三十方尺之間。康伯倫謂每產鋼一噸。則兩室所用之磚。極少不得過五十方尺。若倍其數則更佳。如是則最好之結果。須使迴熱室寧大勿小也。

清灰窖 煤氣既燒而後。其出時則帶有塵灰及一切灰渣等在內。若令其至迴熱室之磚內。則易滅其功用。因此則於淺突與迴熱室之間。置一空窖。當煤氣由淺突出時。至此而一切塵灰。即皆落於窖內。

烟洞 每爐各自有烟洞。其內容之面積。甚為關要。其高約百尺與百三十尺之間。開合葉 開合葉者。所以統治全爐各機關之工作者也。每爐之底。其下中空。內即為開合葉所在之地。其樣式有二。一為內入開合葉。一為互出互入開合葉。內入開合葉。如菌草式。所以放入煤氣與空氣。若互出互入開合葉。則同時放入空氣。驅出煤氣。若將此葉反向。則可以變動煤氣空氣所走之方向。茲特將其所以製此

等開合葉之原因。略爲述之。蓋空氣入爐。須由地道而進。此開合葉開空氣即隨之入。經過空氣室。旋入爐內。成燒而後。即由淺突而復入他迴熱室。及至開合葉處。則入於煙洞。蓋此等開合葉一進一出。反之則又彼進此出。每半點鐘則互換一次。一以進空氣。一以收煤氣。當煤氣由爐內出後。再至迴熱室。至半點鐘之久。則其內之熱度必增。然後將開合葉反向。而後此所放入之空氣。既至迴熱室。則其熱度亦必大增。如是互進互出。循環不已。而西門師製鋼爐之妙理。卽在是矣。

由前所述。則爐之所屬各機關。固同力合作。而互相爲用者也。惟爐既築成後。於煤氣未入爐之先。爐之各機關。均須乾透。燒乾之法。卽將煤炭燒於爐池之內。其時各開合葉。均行開放。炭火所發散之熱氣。經過各迴熱室與煙洞。如是續燒。至一星期之久。或過之。而爐之各機關。卽全乾透。乾後則將煙洞內之空氣抽出。而以煤氣試其抽盡與否。若煤氣燒時甚久而不動搖。則可將煤氣放入爐內。惟常抽氣時。先須

將活火放於爐池之內。與淺突近。以便與煤氣接觸。迨煤氣放入。尋入爐池。初時燒度甚慢。而火焰亦小。是以於新爐既成之後。其初次燒爐之時間。較之尋常燒爐之時間。則大不同。至第二次燒時。則祇須三十分鐘。如是遞燒。直至熱度適當為止。此時爐池之內。灑以白沙一層。而粒沙即滴滴落於磚縫之中。如是層層遞加。務使爐池之內。其全體盡傾向於出鋼口為止。然後用生鐵洗爐法。以洗之。塞其出鋼口。而再燒之。即將生鐵塊放於池岸之上。迨其成鎔。則推之流於池底。此時沙底爐池。即變成硬性。然後將生鐵由出鋼口放出。入貯鐵器中。此種生鐵。在爐內併未改變。祇用之以為洗爐之材料耳。

爐既洗就。則宜預備裝料之法。所用之生鐵。其內含之硫磷宜小。因酸性爐中。無法以使之去也。平常所用之料。三分之二為生鐵。三分之一為熟鐵。此指其大概而言。要其真數。則各視其情形而稍變易之。裝時用電機。先將生鐵倒於爐池。繼則將熟

鐵

世

界

鐵倒於生鐵之上。然後燒之。至三鐘之久。即可鎔化。其時矽炭等質。已稍與養化合。及其清鎔。則漸加以鐵礦。令其鎔滾。因鐵礦中之養。與鐵汁中之炭。化合能生大熱度也。此時鉄汁之上。則濃厚之灰渣浮於其面。而灰渣之下。純爲鉄汁。鎔時愈長。其內之炭質。即漸形減少。茲將其爐內化合之變遷表列之如下。

	炭	矽	錳	硫	磷
裝入之鐵料	二·九〇	一·九〇	六〇	〇·四	〇·五
鎔時	二·五〇	一·一〇	二〇	〇·四	〇·五
鎔後一鐘	一·八七	三〇	三〇	〇·四	〇·五
鎔後二鐘	一·四八	一〇	一〇	〇·四	〇·六
鎔後三鐘	〇·八一	〇·五	〇·五	〇·五	〇·六
鎔後四鐘	〇·五六	〇·四	〇·四	〇·五	〇·六

鐵

世

界

鎔後五鐘      ●三九      ●〇三      ●〇三      ●〇五      ●〇六  
 鎔後六鐘      ●一三      ●〇一      ●〇一      ●〇六      ●〇六  
 倒鋼時      ●二〇      ●二〇      ●五六      ●〇六      ●〇六

觀此表而鐵中之炭愈鎔愈少之理可以瞭然矣。且因此而鋼中之炭其多少可隨時而定。欲鋼中之炭至若何定數。則至時可將鋼倒出。由軟鋼以至硬鋼。皆能如願製造。如欲製軟鋼。則炭之下降愈速愈妙。而欲速炭之下降。則尤以多加鐵礦為宜。且加時以敏捷為要。庶爐內之熱度不至減少。而鐵汁乃能暴滾。直至其含炭百分之二而止。至欲試鋼內含炭之法。則有兩種。一則將長杆鐵杓直入池內。入於鋼汁內。及取出而以鐵杓漬之於水。然後冷而錘之。且令其成斷面形。工頭即能以其斷面而定其內含炭若干。一則為鋼既漬水。旋即取出乾之。而置於鑽機之上。即鑽為碎粒。而以檢色分炭法試之。祇須十五分鐘。即能知其內含炭若干。故近來多用

此法至錳在爐中其遷移最速。而倒鋼時所含之百分之五六者。乃由錳鐵中加入也。加錳鐵法與畢司馬法同。或用鏡鋼。或用錳鋼。均聽其便。錳加入後。易與鋼中之養配合。故加時令錳質充足。平常西門師爐所加入之錳。為鋼之百分之一。惟因其二分之一。與養配合。故倒出之鋼。祇含錳百分之五六。至加之之時。則以所權定之錳鋼。置於池岸之上。迨其燒紅。則推於爐池之內。旋即將鋼倒出。

錳鋼加入之時。其內所含之炭。亦即加入。故裝料之時。宜將生鐵熟鐵中之炭。與錳鐵中之炭。一併算入。以定炭之總數。如是則於未加入錳鐵之前。池內之炭。宜低於倒鋼時之炭。試炭之時。切宜洞明此理。方不至誤事。如云成鋼之時。所希望之炭為百分之二。則試炭之時間為十五分鐘。其時炭即降至百分之〇。五。迨加入錳鐵。其炭則仍為百分之二。如是試驗于製軟鋼。必無錯誤。惟製硬鋼時。則多有炭質降低之虞。特此亦不多概見。即間有之。亦能設法恢復之。其法維何。即復加生鐵。



以增其炭也。

矽之減也較炭爲速。平常依例工作。萬無加增之理。惟有時當成鋼時。其矽則較增。昔人多疑爲鐵池內之化入。又有謂矽養二降爲矽而入於鋼也者。後經維林姆與海非耳互相研究。乃得其所以致此之要理。彼輩謂矽之增減。全視其灰渣之情形。及其所成之化合物若何。故其將至成鋼期也。若池內之灰渣極簿。則鋼中之矽減。厚則鋼中之矽增。當灰渣極簿時。其含矽養二約百分之五一。非簿非厚時。其含矽養二爲百分之五四。極厚時。其含矽養二爲百分之五七。顧灰渣之所以漲大而厚者。則由其與他種金類和合之故。併非其逐出矽質而增大其體積也。惟其逐出矽質時之一點。而其鋼中之矽適增。而其所以增之之由。則又不得歸其故於金類之作用矣。金類之多寡。可於灰渣中求而得之。茲特列表如左。

成鋼期	
炭	矽
●一四	●二六
●〇六	●二八
●一〇	●二九
●二三	●三二
●〇八	●二九

鐵二養三		鐵二養二	
五五●五	五二●六	一八●六	二六●三
五三●六	五七●二	二二●七	一九●九
五三●六	五三●六	二二●二	二二●二
五●二	一●六	四●二	四●一
四●二	四●一	四●三	四●三

由上表觀之。則知鋼中之矽加增。其時灰渣中之矽養二必較多。惟其時錳質業已加入。即能與灰渣中之矽養二配合。逐出矽質。入於鋼中。知此而鋼中之矽加增。與加錳之關係。可以瞭然矣。

硫與磷在此酸性法中。絕不遷移。迨鋼中之炭矽錳等質減少。則硫與磷自必增多。理固然也。成鋼期所出鋼料之重。必輕於裝置料之重。因炭與矽他移故也。故平常

所得鋼料較之原料恒爲百分之九十五。有時亦或多於此數。特不多見耳。

### 西門師馬丁鹽性製鋼法

此法不宜於製硬鋼。因無法能使磷之消滅。在炭之消滅之前也。故爐池之工作不能僅據所欲得之炭數。而遽停止。因炭多則磷在鋼中亦多。最易敗事。製鋼者所切忌也。或者曰。磷固不可使之消滅於炭之前。然若先消滅炭質。併消滅磷質。而後復加生鐵。令其炭復增。獨不可乎。夫言之誠是矣。特既加炭質。則灰渣卽變爲金類灰渣。而復將磷逐出。其逐出之磷。則又仍入鋼內。或又曰。然則俟其倒時。加入貯鋼器內。如何。然亦曾如法試驗。而所得之結果。其鋼料多不稱意。則鹽性製法。多爲製軟鋼料與鋼板之用。歐美諸邦。由此法所成之鋼錠爲數甚鉅也。爐內砌料與酸性爐迥乎不同。其內面全係石灰磚砌成。惟其爐邊與爐頂。當修築時。則仍用砂磚。且匪惟是。而爐池之底。其初層亦用砂磚。蓋必如是。而後根基鞏固。以便築壘邊牆。再者

石灰磚與砂磚。既有酸性與鹽性之不同。若令其互相接觸。當遇大熱度時。必相融。故宜用中立性物料。置之於砂磚石灰磚之隙縫內。而中立性之物料。尤莫如銘鐵礦。如是則爐內石灰磚乃能砌成。後即塗以灰料一層。如白雲石。是和以石腦油。既塗就則燒之。使其堅固。而池底池岸。則須塗以極簿之灰料一層。而亦燒之使乾。如是遞加遞燒。直至所欲得之目的而止。至於灰渣。則金類性愈多愈佳。故當裝置物料而後。須時時加添石灰。於未裝料之前。宜將石灰與鐵礦相和。洒於池底。既裝料後。則仍須此種和料數鏟。滴落於裝料之縫隙內。及其成鎔而滾。此時灰渣浮於池面。極爲緊切。皆石灰之作用。及燐質大減。然後可取試料。與酸性法同。察其斷面。以試其炭與燐。或由化分法亦可。既得其所欲得之一點。則將鋼倒出。流於貯器之中。其時宜將錳鐵加入。此即西門師鹽性製鋼法之大略也。

### 西門師製法之進化

此法之變革多端。而最要者則惟其由生鐵爐內取用鐵汁。以廣其出鋼之噸數。一千九百年。倫敦萬國鋼鐵會大會。時泰勃特君。將其所發明者。報告會中。發明存案。至一千九百零三年。乃以其所試驗者。詳細送呈該會。茲將其大略述之如下。

此法可名爲永久製鋼法。以其一星期之工作。無一息之停也。爐式能自轉動。容量亦大。惟因其需時孔長。則爐內砌料。必須砂磚。乃能耐燒。按實驗所得。若裝置物料。於星期日之晚間。至成綱期。祇需十二點鐘。其裝置之料。乃熟鐵與生鐵塊及生鐵汁相合。若其爐之容量爲百噸。而察其已至成綱期。則將爐轉成斜形。將所估計之一部分鋼汁倒去。流於貯鋼器內。後將錳鐵加入。鑄爲鋼錠。而令爐復轉成豎形。此時則將石灰與鐵礦加入。以備與鐵汁化。成爲灰渣。既成灰渣。則可將生鐵汁。由流槽倒入。以與前所存留之鋼汁和合。其時灰渣上浮。而下面之生鐵汁。化合極速。炭矽與磷。當卽他遷。惟若生鐵汁中矽過多。則炭之移動較遲。故所用生鐵汁。以炭

少爲佳。其在爐內即與養配成爲炭養。二既省燒料。而灰渣內之鉄養。又能復變爲純鐵。以增廣出鍊之噸數。

爐池內化合極盛之時。即灰渣澎漲最濃厚之時。化合將終。而灰渣亦即漸漸下落。此時則可取試鋼。如前法試之。及至成鋼期。則又可將鋼汁之上層一部分倒出。如是遞加鐵汁。遞倒鋼汁。至一星期之久。惟至末次。則須將爐內之鋼倒盡。略停半日。以便復修。爲下次裝料之預備。至每星期所出鋼額。則由其爐之大小。與生鉄之材料而定。據云。若二百噸爐。用赤鐵礦所出之生鉄。則每週可出鋼一千四百噸。在頻考得。每七十噸爐。所用生鉄含磷百分之八。每週出鋼七百五十噸。而英國之弗勞丁罕。每一百噸爐。所用生鉄含磷百分之二。每週出鋼僅六百噸。

此永久製鋼法。亦能用平常爐式。惟倒鋼時之布置法有不同耳。此等爐有兩流口。一上一下。上焉者所以倒出爐內之灰渣。下焉者所以倒出池內鋼汁之一部分。仍

## 第十一章 西門師馬丁製鋼法

九六

留少許以備下次加入生鉄汁。故此爐之製法與自轉爐極相似。特流孔較異耳。下所列表目即按泰勃法二十五噸爐所得之效果。

所用之物料

噸數

生鉄

一四〇・八〇

鉄汁

一八〇九・九〇

錳鐵

二〇・九〇

熟鉄塊

一九・八〇

鉄礦

四五八・一〇

石灰

一四四・三〇

鋁

〇・八

燒白雲石

一〇七・七〇

鉻礦

二〇〇

所出之物料

噸數

鋼錠

一〇〇三・七〇

鐵塊

四一・八〇

以日工作共二十六日。每日可出鋼七十七有奇。

兩連爐製鋼法。爲德人泰路所創。其第一爐則先裝鐵礦石灰於內。然後將燐生鐵放入。使其鎔化。則矽與燐當即他遷。此時則可將此爐之鋼汁流入第二爐內。惟當未流入之前。而第二爐內宜先裝以鋼塊鐵礦石灰等物。燒至極高熱度。乃可將第二爐內所半融之料放入。彼時爐內化合力極猛。而鋼汁即成鬆漲體。至爐式之高低。則第一爐恒高於第二爐。故第一爐可直接將其鋼汁倒於第二爐內。若兩爐等高。則宜用貯器以收第一爐之鋼汁。倒於第二爐內。惟當鋼汁入第二爐時。切宜免



鐵

世

界

去渣滓。蓋鋼汁愈清愈佳也。初時各鐵廠按此法試驗。則每兩爐每日可裝料六七次。每此約裝物料二十噸。近來則每兩爐每日可裝料十次。每次亦二十噸。然欲採用斯法。併用燐生鐵。則非有調和爐不可。將生鐵爐所流出之鐵汁。俱收蓄之。此時鐵汁在內。硫矽大減。矽可減去百分之四七。與六五。硫則可降至百分之〇七。與〇四之間。此等調和爐。價值固昂。然能得最清勻之鋼料。故有後効。至調和爐內之熱度。由瓦納熱量表所得。僅一千五百度。及其流入第二爐內。則可至一千七百二十度。下表即其所得之效果也。

生鐵爐流出之鐵汁

調和爐流出之鉄汁

成鋼之料

炭

●三二九

●二一〇

●一六九

矽

●六三六

●一六〇

●〇四二

硫

●〇五三

●〇四三

●〇二八

燐 二・四二〇 九三〇 〇三三

錳 二・四〇〇 七八〇

茲將原生鐵所含之硫。與其在調和爐內所含之硫。列為比例如左。

生鐵中之硫 調和爐內生之鐵硫 在調和爐內時間

●三〇八 〇六七 兩點四十五分

●二〇九 〇七〇 兩點十五分

●二四〇 〇七八 兩點四十分

●三七〇 一〇〇 三點

如是工作。其結果所出之鋼料。罕有過百分之〇五者。

總之泰勃特與泰路兩法。俱能增廣鋼產之出額。且以用石灰料之故。而能使極不

純之鐵礦。製為極有用之鋼料。

鐵 世 界

倒鋼時與熱度之關係。鋼料之良窳。則可以倒鋼時之熱度而定之。熱度之過與不及。均不能產極堅實之鋼料。而鋼料極堅實之一點。即倒鋼時熱度一定不易之一點。故同一貯鋼器。而能鑄等差之鋼料。蓋初倒入之鋼料。其熱度較高。將畢時其熱底較低。緣是則熱度之功力。當倒鋼時。即其功力之最大者。迨熱度下降。而功力亦即漸漸減矣。此等情形。歷經實驗。而同一貯器。祇以倒時數分鐘之時間。而其所出之鋼料。常不齊勻。下表所列。即各鋼條之經再燒而所得之效果。

	甲鋼	乙鋼	丙鋼	丁鋼
炭	●二九	同	同	同
矽	●〇七	同	同	同
錳	●一六	同	同	同
硫	●〇七	同	同	同

磷 〇六 同 同 同

重力 二四〇二〇 二七〇二 二七〇〇 二七〇五

延長力 三九〇五〇 二四〇〇 一二〇五 八〇〇

縮面 一八〇〇〇 三三三三 一七〇五 二二〇〇

此等鋼條俱出自一貯器。惟倒流時數分鐘之先後不同耳。且其所含之雜質。又各等。惟其所得功力。則迥乎不同。所最異者。其延長力耳。甲鋼與丁鋼之比較。竟相差若是之多。則鋼料之軟硬。可概見矣。

第十一章 西門師馬丁製鋼法

## 第十二章

## 鑄鋼模之處治法

鋼錠之頂截。往往以冷縮之故。而時現凹形。名曰沉窟。然當其液體未冷時。則其內體必鬆散。其鬆散之故。則以受外來空氣所致。故鬆散之處。名曰氣隙。有此氣隙。則必須經過撥機以消除之。而後可製爲鋼板鋼條等物。然與其俟其有氣隙而後宰治之。則勿寧先使之無。且卽云經過撥機。而其內氣隙。仍能變爲長形。必不能去之。務盡緣是而研究此法之大冶金學家。遂紛至沓來矣。

免氣隙之法。維何。卽於未倒鋼之前。而有法以斬之是也。此理在泥鍋爐製法中。已備言之矣。旣斬而後。則倒流時宜緩。令其液體在模內。漸漸下落。若爲脆鋼。則不能緩。以其能成鐵養故也。此等情形。在畢司馬法中。往往見之。

若夫沉窟。則於免氣隙法。迥乎不同。沉窟全爲冷縮所致。普通鑄鋼模。其沉窟俱在。

上頂若鑄鋼模之變式者。則沉窟常在其最重之一部分。因重大處冷較遲故也。故中心有氣隙者。非液體之下沉。乃模邊之扯力也。因是而免沉窟。即因之而生模之某部分重大。則由其處置一模嘴。以備縮小。倒鋼既畢。則將模嘴碎之。而所出之鋼料。併無沉窟之可見。若製極大鋼錠。則所用之模嘴。較錠模小。其模嘴爲火泥製成。下有孔如漏斗直通模內。惟此模嘴。須先燒之而後可用。

郝模特君則謂鑄錠之底。自具定質壓力。其模邊之周圍。液體下流。皆壓力之作用。厥後雷門君謂煤氣之火焰。能使鋼錠之上部。常成鬆體。故當未倒鋼之前。則先將鑄模用煤氣燒之。由模底以及模頂。如是則鋼汁倒入時。即爲鬆體。迨將滿時。而火焰猶烟燦於鋼汁之浮面。如則鋼錠之冷縮。乃自具上升之壓力。其所出鋼料。亦極清勻。勿用模嘴。甚便也。

氣隙之性質。絕異於沉窟。沉窟本天然冷縮熱漲之理。氣隙則原無氣而爲後所吸。

收者也。液體收氣言人人知。而西門師與畢司馬兩法以收養之故而能用去養法。以得最清純之鋼料。蓋此等氣質養氣爲多。以其與鉄有極大之愛力也。養氣既入鐵中。使無法以驅除之。則鋼冷之後。其鐵必變爲鐵養。鐵養在鋼中。若經過滾機。必乾而易折。然此非氣隙所致。乃鐵養之過也。且若氣隙中果帶養氣。則鐵之表面必帶銹皮。而氣隙面之鐵。則恒光明。如是則可知此非氣隙中之純養所致。乃空氣存留於內。其壓力有以使之也。此理經各鐵廠多方試驗。而知其確切不易。且由化分理證之。則鋼汁內之氣質。無有如養氣多者。崇其極可至百分之八。而氣隙內之氣質。則大半無養氣。茲特將氣隙內之各氣質列表如下。

輕氣

百分之七·五

淡氣

百分之二·三

炭養二

百分之〇·二



至此等氣質之多寡。則視其爐內之熱度。及其鋼汁之情形如何而定之。當鋼汁漲時。氣質入內。迨熱度下降。而氣即漲起。及冷定時。而氣質無力沖開鐵質。遂固著於內。成爲鋼形氣泡。卽名爲氣隙。鋼中有此。則非粹美可知。勃戀納魯君沉潛斯理。將氣隙之理。著爲成書。今不暇備述。姑擇其要者略述之。

「一」氣質之澎漲力。乃鋼錠漸冷所致。蓋當鋼汁倒入後。其熱度卽漸漸下降。而鋼錠遂若不能容此氣質也者。此時氣質以束縛不能自由之故。遂澎漲而成爲鋼形之罅隙。

「二」欲鋼錠能容此等氣質。則宜加錳與矽。所加之錳矽愈多。則其冷定愈速。而其內氣質。將永遠無澎漲之虞。

「三」矽愈多。則鋼錠之上。其冷定愈速。而氣質卽不能上漲。

「四」鋼錠之上部既冷。則氣質之在中部與下部。將欲上漲而不可得。因無鋼汁下

降。壓之使漲大也。如是直至鋼錠全冷。而氣質永遠不得移動。由勃戀納魯所述之要理。而宰治之法。厥有兩種。

「一」當其成定質時。若使其內部絕不移動。則氣質即固定於內。而鋼料永遠堅實。

「二」若加入錳。則能使鋼料。度容氣質。而氣隙不生。

錳。既能使鋼料。度容空氣。而鋁亦如之。蓋錳。既與鋁。俱能與養化合。成爲灰渣。其理在西門師與畢司馬兩片中已備言之矣。緣是則氣隙之內。其無養可知。即有亦甚微末。大教授柯腦魯君。謂若鋁與炭養。二同燒至百熱度。則鋁能分去其養。配爲鋁二養三。餘者即爲純炭。惟按之化學公例。鋁則不能分出之。鋼中之輕淡等質。與之化合。然鋁與矽。錳之所以加入者。即欲使鋼中之輕淡二氣。增其流銻性。在鋼中不致澎漲也。至如何採用此等加料。卜路納君謂若欲得完密之鋼錠。而不加矽。則宜加錳百分之一。六六。若不加錳。則宜加矽百分之。三二。若不加錳與矽。則宜

加鋁百分之〇一八。如是則俱可得最堅實之鋼料。蓋鋁之力大於錳九十倍。大於矽十七倍半。故若加鋁百分之〇二。則最宜於製純鋼之用。而所成之鋼料亦非常精密。由以上所述。若鎔化之時。加以謹慎。而加入錳。矽與鋁之時。又適逢其會。則鋼料斷無不堅實之虞。此即消解氣隙法之大略也。邇來韋卜君。又謂欲免氣隙。亦可用鑄鐵代之。蓋鑄之雜質內含有礪質。礪與養愛力極大。與養遇。即成爲礪二養。且礪二養。又能收養成爲渣滓。至鑄之能收淡氣。猶其特長。如是則氣隙之消除。更爲易易。

## 第十三章

## 鋼鐵之檢視法

鋼鐵之檢視法。共有三種。曰化學試驗。曰重學試驗。曰顯微鏡試驗。重學之試驗。即試其勦力縮面與延長力。此理在製熟鐵法中。已略言之矣。而顯微鏡試驗。在鋼之名理中。亦稍稍述其試驗方法。與鋼組織體之妙理。故重力與顯微鏡兩種試驗。前已說明。茲姑不贅述。惟最要之檢視法。則惟化學試驗。蓋鋼鐵中之雜質成分。其不同處。即鋼鐵之所以分優劣處。固絲毫未容假借者也。鋼鐵中除純鐵外。所含雜質。厥惟炭。矽。錳。硫。磷。五種原質。故普通鐵廠化驗室中。即以此五者為證據。以定鋼料之高下。茲特將此五者分析之法。一一述之如下。

「一」矽質化分法。秤鋼屑四・六七格蘭。倒入玻杯中。以蓋覆之。由杯之嘴。流入五十立方厘鹽酸。先放於熱鐵架之一隅。俟鋼屑全鎔解後。再放在中心最熱之

處以糞之。迨其蒸發將乾。則將蓋取去。而仍將玻杯置於架邊。以烘之。乾後。則將玻杯由鐵架處取下。而放於石棉布之上。以冷之。然後加以淡鹽酸少許。以鎔解之。約滾十五分鐘。乃加以五十立方糶水。而熱滾之。然後將溶液經過濾紙。先洗之。帶鹽酸之熱水。後洗之以冷水。俟濾紙全現白色。然後將濾紙取下。乾之。旋復放於磁杯內。送入燒爐內。約十分鐘。然後將磁杯取出。冷之。復在天秤上權之。則灰之量可得也。茲將其算式列下。

鋼屑重量

四・六七格蘭

杯與灰重量

二一・三四格蘭

杯重

二一・三四格蘭

故灰重

〇〇・八格蘭

灰即砒養二百分中四・六七分爲砒。

故●○○八乘四●六七等於●三七三六以四●六七除之等於●○八分  
即此鋼中百分中有砂●○八分。

〔二〕錳質化分法 秤鋼屑二格蘭。刷入中號玻璃瓶。中加以五十立方厘米鹽酸。放於鐵架上。俟其全行溶解。乃加濃硝酸數滴。如仍爲黑色。則再加數滴。直至其紅煙發生而止。仍滾之。迨紅煙盡去。則加清水一百立方厘米。於是將極稀錳水加入。每次數滴。搖動之。見有沉澱。卽行停加。此時溶液中。已現有無數深黃色之顆粒。然後再加錳炭養。二亦每次數滴。先爲黑色。迨加之愈多。其內沉澱卽現黃色。卽行停止。後加以鹽酸數滴。務使沉全行消滅。其時溶液則純爲深黑色。乃將瓶復放於鐵架上。及燒至八十度。則加醋酸錳二十立方厘米。沸之時。瓶內沉澱現紅黃色。於是將瓶內所有者。盡倒入一千立方厘米之積瓶中。以水將前瓶洗淨。亦倒入後瓶。再加水直至其記號處而止。後復再倒入前瓶內。而使之經過德國濾紙。漏於

五百立方呎之瓶中。至其記號處而止。此時五百立方呎瓶中之溶液。宜仍倒於前瓶中。而置於水盆內冷之。後加以溴水四立方呎。搖之。至其溶解而止。乃加以鉍酸三十立方呎。亦搖動之。俟白烟盡行散去。則將瓶放於鐵架上。受熱沸後。鉍之沉澱。卽上浮。後濾之以清水洗之。再將濾紙熱乾。放於磁盃內。遂將磁盃放入爐內燒之。後去冷之。用天秤權之。則可得鉍三養四之重量。鉍三養四中。含鉍百分之七十六。則可用比例式得之。

## 鋼屑重量

二格蘭

如磁盃與鉍三養四重量爲

三一·四三九格蘭

磁盃重量爲

二一·四三〇格蘭

則鉍三養四重量爲

〇〇·二九格蘭

故〇〇·二九乘七二爲一〇八八。以二格蘭除之爲一〇四四。卽此鋼

屑中含鐵爲百分之一。○四。

〔三〕炭質化分法 普通所用者有兩種曰燃燒法。曰比色法。而要以比色法爲最便利。此法須有一標準鋼料。其內所含炭質與試鋼不甚相遠。然後能以顏色之不同。而比較得之。設百分中含炭一。○之鋼。絕不能與炭○。三之鋼比較。以其相去過遠也。既擬定所欲用之標準鋼料。則先秤鋼屑二格蘭。後秤標準鋼料亦二格蘭。各刷入試驗管中。試驗管上標以記號。以便分別。每試驗管內加以三立方糲之稀硝酸。俟其紅氣放盡後。則由蓋孔插入滾水杯中。時搖動之。迨鋼屑全行消化。則將二試驗管內之溶液。傾入量容積管中。而量容積管上亦各標以記號。何者爲標準鋼。何者爲試鋼。以免混亂。於是乃檢視兩容積管之色相。而加水於色之深者。至兩容積管內之色相同。則行停止。然後觀其容積之大小。而計定其炭分。如使標準鋼之容積爲七立方糲。其含炭爲百分之。五。而試鋼之容



五百立方呎之瓶中。至其記號處而止。此時五百立方呎瓶中之溶液。宜仍倒於前瓶中。而置於水盆內冷之。後加以溴水四立方呎。搖之。至其溶解而止。乃加以鉍酸三十立方呎。亦搖動之。俟白烟盡行散去。則將瓶放於鐵架上。受熱沸後。鉍之沉澱。卽上浮後。濾之以清水洗之。再將濾紙熱乾。放於磁盆內。遂將磁盆放入爐內燒之。後去冷之。用天秤權之。則可得鉍三養四之重量。鉍三養四中含鉍百分之七十六。則可用比例式得之。

## 鋼屑重量

二格蘭

如磁盆與鉍三養四重量爲

三一·四三九格蘭

磁盆重量爲

二一·四一〇格蘭

則鉍三養四重量爲

〇〇·〇二九格蘭

故〇〇·〇二九乘七二爲二〇八八。以二格蘭除之爲一〇四四。卽此鋼

屑中含鐵爲百分之一。○四四。

「三」炭質化分法 普通所用者有兩種曰燃燒法曰比色法。而要以比色法爲最便利。此法須有一標準鋼料。其內所含炭質與試鋼不甚相遠。然後能以顏色之不同而比較得之。設百分中含炭一。○之鋼。絕不能與炭○。三之鋼比較。以其相去過遠也。既擬定所欲用之標準鋼料。則先秤鋼屑二格蘭。後秤標準鋼料亦二格蘭。各刷入試驗管中。試驗管上標以記號。以便分別。每試驗管內加以三立方糲之稀硝酸。俟其紅氣放盡後。則由蓋孔插入滾水杯中。時搖動之。迨鋼屑全行消化。則將二試驗管內之溶液。傾入量容積管中。而量容積管上亦各標以記號。何者爲標準鋼。何者爲試鋼。以免混亂。於是乃檢視兩容積管之色相。而加水於色之深者。至兩容積管內之色相同。則行停止。然後觀其容積之大小。而計定其炭分。如使標準鋼之容積爲七立方糲。其含炭爲百分之五。而試鋼之容

積爲十立方糲。則其含炭必爲百分之〇・七二三。

〔四〕燐質化分法 秤鋼屑二格蘭。傾入瓶中。加五十立方糲稀硝酸。鎔解後。加以數立方糲之過錳酸鉀。滾之。俟有沉澱。卽不復加。遂用鐵硫酸四數粒。將其沉澱消解冷之。旋加以四立方糲亞莫尼水。有爆裂聲。遂振搖之。仍熱之。復加以三十立方糲鉬酸鈹。使其在鐵架之一隅。約十分鐘之久。其時瓶內卽有黃色沉澱呈現。俟其全結。用紙髓將沉澱濾過。洗時用含硝酸百分之二之清水。以免鉄之存在。其流下之液爲廢物。惟其漏斗內之沉澱。此時宜擱於一淨瓶之上。而加以四立方糲之亞摩尼水。則沉澱卽溶解而流入瓶內。再用水將紙髓洗淨後。加以十立方糲之鹽酸。又十立方糲之醋酸鉛。在鐵架上熱之使滾。此外則秤十格蘭之綠化鈹。傾入他瓶中。再加入五十立方糲之醋酸鈹。亦熱之使其溶解。迨兩瓶俱滾。則將前瓶內之溶液。倒入後瓶。其內卽有白色之沉澱呈現。此沉澱卽鉬酸鈹。

經過濾紙熱乾。後放入爐內燒之。後取出秤之。即得鉬酸鉍之重量。以之乘○七所得之積。即磷之重量也。

### 鋼屑重量

二格蘭

如杯與鉬酸鉛之重量爲

三二·七七九四格蘭

杯之重量爲

三二·五三六格蘭

則鉬酸鉛之重量自爲

二四三四格蘭

故。二四三四乘○七乘一○○爲。一七〇三八。以二格蘭除之。得○八五一九。即鋼內含磷爲百分之○八五一九也。

〔五〕硫質化分法 共兩種。曰硫酸化鉬法。曰醋酸化鉛法。平常鐵廠所用者。多係醋酸化鉛法。今試略述其要義如下。

所用試驗器具。曰輕氣發生器。內容銑與鹽酸。開口時。則內化合而輕氣發生。閉

口時。則化合停止。曰苛性加里溶液瓶。所以使輕氣清純也。曰化鋼瓶。由上口傾入鹽酸。下則裝入二格蘭鋼屑。曰沉澱管七八具。

第一管加以清水。第二管以次則各加以二立方糲醋酸鉛。曰貯水瓶。內爲水當工作時。水卽下流。以上之器具既備。則輕氣發生器連以苛性加里瓶。再連以化鋼瓶。與沉澱管及貯水瓶。如是連就。惟當化鋼瓶鹽酸未下降之前。則先將發生器內之口放開。使其輕氣逐出空氣而占據其地。旋復閉之。次則將化鋼瓶之鹽酸口開。令其下降。且以小火熱之。俟其溶解將畢時。則又將發生器口開放。使輕氣入化鋼瓶。逐去其輕二硫氣。輕二硫氣。入沉澱管。卽與醋酸鉛化合爲黑色之沉澱。再過一管。則又結成。直至其無沉澱而止。此時則黑沉澱發現之管數。爲硫分之代表。蓋每一管卽含硫百分之 $\bullet$ ○一。設如有黑沉澱六管。卽其鋼中含硫爲百分之 $\bullet$ ○六。此法需時甚短。而其結果之優劣。全在安置之手段如何。故須十分注意也。

# 第十四章

## 各國鋼鐵產之比較

二十世紀爲工業競爭時代。煤鐵兩種成爲立國之要素。論世者往往視此二者產源之豐。以視國勢之強弱。試將英美德三國歷年煤鐵出產表列之如左（以百萬噸爲單位）

	英	美	德
一千八百六十年	八〇〇	一三〇	一二〇
煤	三〇八	〇〇八	〇〇五
鐵	〇〇三	〇〇七	〇〇三
鋼	一八一・六	一四〇・九	六九・一
一千八百九十年			



界 世 續

美	一五七四六〇五
德	一一九九〇二九
英	六五〇七三〇九
俄	二八一一九四八
法	二〇八〇三五四
奧	一一九五〇〇〇
比	一〇六九八八〇
瑞典	三三三五〇九
西班牙	一九六〇〇〇
堪拿大	一五一一六五
意大利	一一三八〇〇

第十四章 各國鋼鐵產之比較



## 各國

四一五〇〇〇

就上表所列。則知二十年前英國煤鐵之產額。舉世罕與其匹。何能獨執世界之牛耳。幾百餘年。近二十年來。美國以天然物產。豐善之故。遂駕英而上之。居世界第一。德國亦大獎勵工業。居世界第二位。英國遂降爲第三位。故至今日德美之富強。將併英而漠然視之。皆煤鐵之潛勢力有以使之也。雖然。國之強者。形式上之文明。而國之富者。精神上之文明。鐵固所以助國之強。而要其真訣。則鐵實爲國富之導源。兵力如日俄強矣。而產鐵之數。以地之面積言。不及比瑞遠甚。故日俄之民。其生活之程度。較比瑞遠甚。英之面積半於德。以產鐵之額均之。則仍多於德美。更無論矣。故觀各國之鐵產比較。即可了然於各國之強弱貧富。更可覘其社會上之生活程度。

## 第十五章

## 中國將來鋼鐵業之計畫

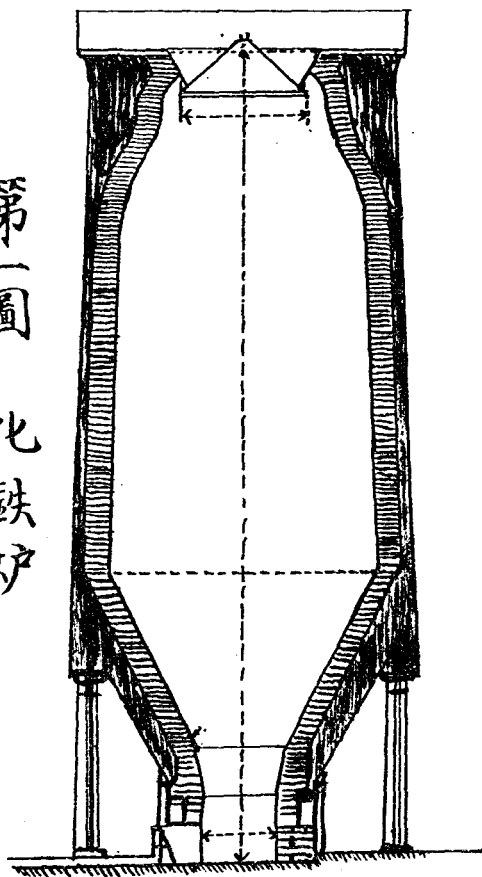
中國鐵礦播布。幾於無省不有。而其中最著名者。則惟山西之澤州潞安平定州。湖北之大冶。安徽之銅官山。江蘇之利國驛。山東之金嶺鎮。河南之孟縣修武。奉天之本溪湖。據德人調查所述。山西一省之煤鐵。可供全球一千年之用。然則統中國全國鐵礦計算。當必用之一千年而有餘。顧中國之鐵。匪特不爲人用。而反用人之鐵。貨棄於地。實深悼惜。昔時泥於堪輿之術。而不敢採取。今則稍稍變通矣。而亦以現在之經濟困難。無力採取。故統全國新舊法。每年所鍊出之鐵計之。則漢陽每年約十二萬噸。山西每年約十萬噸。其他若四川福建奉天等處。亦可估十萬噸。就中除漢陽爲新法鍊鐵外。餘則俱係土法。新法所出者。以鋼軌鋼板爲大宗。舊法所出者。以農具廚器爲大宗。而中國之現行鐵貨。若鋼軌與各種汽機電機。及鐵橋電綫軍

械火爐鐵床刀剪以及縫衣機器等。無一不購自外人。此猶指其熟貨言之耳。至若中國農家所用之農具廚器。則又非用洋鋼不可。故每年由外輸入之鋼條等件。常至數十萬噸。此無他。皆本國鐵產之額。不足本國人用也。一千九百十一年。英國調查其全國共有大小生鐵爐三百七十四座。若以大不列顛之四千五百萬民數分之。則每十二萬人即有一座生鐵爐。而中國之生鐵爐。則漢陽有四。而山西所出之鐵額。亦可以四座例之。其餘各省亦佔四座。合之即十二座生鐵爐。若以中國之四萬萬人分之。則每三千三百萬人始有三座生鐵爐。無惑乎外貨之輸入源源不絕也。然則欲救中國今日目前之急。立永遠不拔之基業。自非輸入外資建築鐵廠不可。而或以漢陽鐵廠之虧耗阻之。夫漢陽鐵廠之損失。實由於初時經理之不善。用人之不當耳。初非外債之關係。且即云借外債有所虧折。則以借債二千萬論。以六厘行息。則每年僅一百二十萬耳。而有此二千萬之資本以開鐵廠。則每年可出鉄

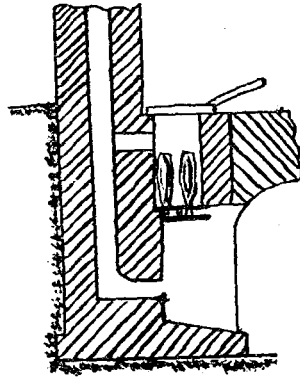
貨一千萬而有餘。有此一千萬之鐵貨。即中國少購外人一千萬之鐵貨。以一百一十萬與一千萬較。孰得孰失。不待智者而知之矣。爲今之計。則宜於鐵礦最旺之處。如山西河南之間。採用外資。建一絕大鑄鍊廠。以製鋼軌鋼板及備軍械之用。而於鐵礦發現之處。由中國商民自行集資。築小生鐵爐及泥鍋爐。以製農具廚器之用。外貨之輸入愈減。中國之生計日舒。民國前途。庶有豸乎。

第十五章 中國將來鋼鐵業之計畫

第一圖 化鉄炉

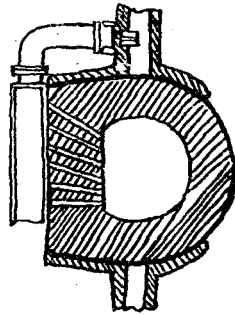
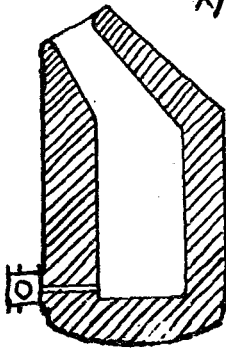


圖二第



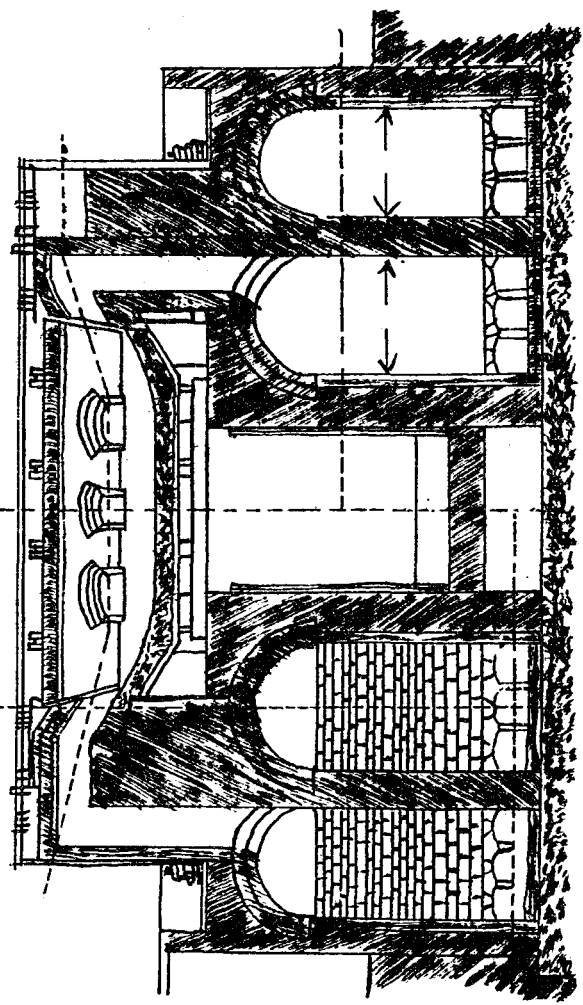
泥鍋  
爐製鋼式

爐鋼製馬司畢圖三第



第四圖

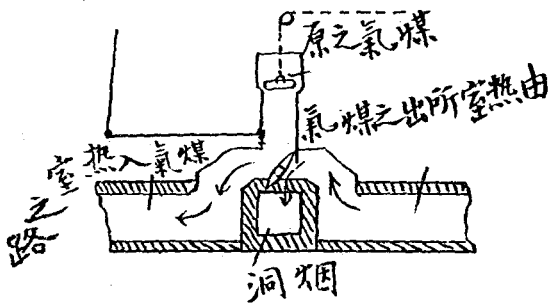
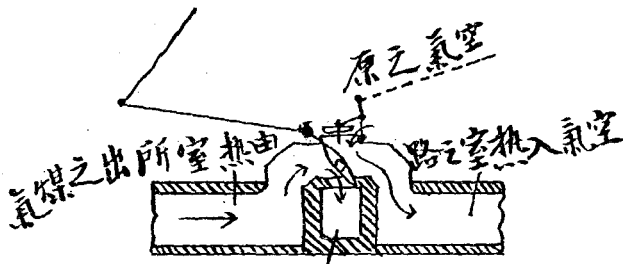
西門師馬丁製鋼爐



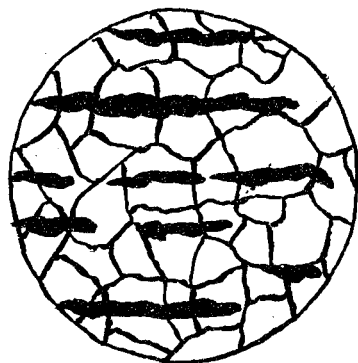


# 圖五第

## 理之環循氣煤與氣空



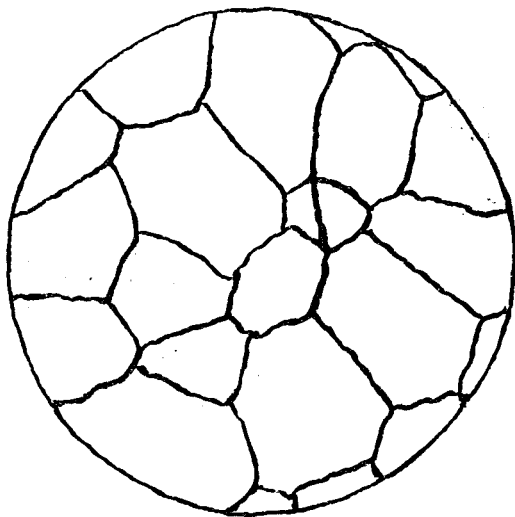
體織組之鉄熟



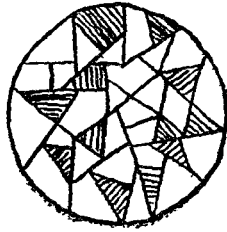
第六圖

圖七第

體織組之純岡

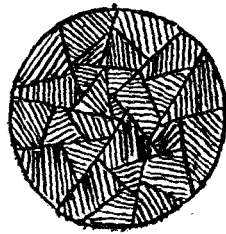


第八圖



鋼之組織體  
含炭百分之  
二九

第九圖



鋼之組織體  
含炭百分之  
八九

中華民國三年三月首版

鐵世界

定價大洋四角

翻印  
必究

著者 屯留鄭寶善

校閱者 海州張景光

沔陽劉謙

屯留陳增新

總發行所 北京琉璃廠文明書局

