

335

23口



始



335-23a

工學博士倭國一著

第八版



鐵

鋼

製造法
及性質

9. 3. 31
購求

東京丸善株式會社

序

本書の目的は、製鐵業の如何なことをするものであるか、又色の鐵は夫々如何な性質を有するものか、夫等を普く人に知らしむる爲めである。

今日、鐵山より鑛石を採掘しても、其鑛石の善悪價値を判斷する必要があるし、又本書内の緒説に論ずる様に、今日一般工業の進歩發達に伴ふて、如何なる工業家でも、鐵を用ゐぬものはないといふ有様である。然るに鐵の内には色々の種類がある、夫々其用途に對して、それに相當したものを使用せねばならぬ。硬さから見ても、一つの鐵で他の種の鐵を切斷し得るし、又強さにつきては、他の鐵の六、七倍も丈夫な種類もあるし、

又直段から云ふても、一は一噸參拾圓位のものあるに、他には一噸數千圓のものもある。

實地工業に於て、鐵を使用する場合、或る構造用材としては、或る方法で造つた鋼に限ると、規定したのものもある。殊に鐵を加工する場合には、其性質を精知せねばならぬ、此事が十分でない爲め、往々不測の害を醸した、寒心の至りである。

本書に於ては、此等の要點を明にすることを勉めた。從て製鐵所にて、日々操業する方法につきては、頗る簡単に論述するに留め、唯其要領を明にした。之に反して製鐵原料たる鐵鑛石の價值、進んで其鑛石より製造すべき鐵の種類、又は其の製造せし鐵の特色につきては、精しく述べた。尙鐵を加工し又使用する上に於て、必要な其諸性質は、最も大切であるから、

冗文を厭はず煩雜を省みずして、之を詳論した。

本書を繙かんとする各位に對しては、本書全部の閲讀を乞ひたい、内にも夫々其目的に對して、殊に左の事項を注意して貰ひたい。

鐵鑛石を採掘する人に對しては、

第一編第二章鐵鑛石、殊に其第六節鐵鑛石の價值。

鑄造業に従事する人に對しては、

第二編第三章熔鑛爐の操業法と、第六章銑鐵の種類、及第六

編第一章銑鐵の性質。

建築構造用として鐵材を使用する場合、即ち橋梁、鐵道、船舶及各種の建築物の建設者、其内にも機械製造業に従事する人に對しては、

第三編第二章第二節バッドル鍊鐵及鍊鋼製造法と、第四編の各章、殊に各製鋼法の特色と鋼鑄塊の性質、又第六編第二章可鍛鐵の性質、殊に強力及靱性と、第四章の鐵材の試験法。然れども著者、元來學淺く識薄く、固より其器にあらざるものである、敢て自ら努力鞭撻して、漸く此稿を終えた。此著にして、幸に各當事者の一顧を値し、其参考の一助となるを得ば、蓋し望外の至りである。

此書を編する上に於て、著者は多大なる厚意を享けた。即ち八幡製鐵所は、卷頭に掲げし同所熔鑛爐の寫眞圖を始め、數多の圖面其他を載すことを許された。釜石製鐵所は、各種銑鐵の試料及び寫眞を供給せられた。茲に謹んで感謝の意を表す。其他著者は左の書籍を参考とした、此等の書は何れも

著名なるものであつて、進んで鐵につき研究せんとする人士の、忽にすべからざるものである、併せて茲に明記して敬意を表する。

- れーデーぶる鐵冶金學 (A. Ledebur—Handbuch der Eisenhüttenkunde)
すーとんとん鐵及鋼冶金學 (B. Stoughton—The Metallurgy of Iron and Steel)
しゝめるば、は鐵工業 (O. Simmerbach—Eisenindustrie)
通俗製鐵學 (Gemeinfaßliche Darstellung des Eisenhüttenwesens)
たーなー鐵冶金學 (T. Turner—The Metallurgy of Iron)
ざるー合金學 (L. GUILLET—Ecole Industrielle des Alliages Métalliques)
はう鐵鋼及合金 (H. M. Howe—Iron, Steel and Other Alloys)
雜誌、めたるぐらぶむすと (The Metallurgist)
雜誌、鋼と鐵 (Stahl und Eisen)
雜誌、電化及冶金工業 (Electrochemical and Metallurgical Industry)

埃國ペーラー製鋼會社の型録

本書中の用語は、一般に用ゐるものに、出来る丈從ふた積りである、尙卷尾の索引に英語を付け、又譯語集を載せて置いた、参照して貰ひたい。

明治四十三年九月

著者識

鐵と鋼製造法及性質目次

第一編 汎論

第一章 緒説 一

第一節 鐵の同質變態と鐵中炭素の状態 四

第二節 鐵の分類法 六

第三節 製鐵業の歴史と世界製鐵業の概況 一六

第四節 鐵類の産出額及本邦輸入額の統計表 二三

第二章 鐵鑛石 三〇

第一節 赤鐵鑛 三二

第二節 磁鐵鑛 三四

第三節 炭酸鐵鑄……………三七

第四節 褐鐵鑄……………三九

第五節 鐵滓、鑄滓及其他の製鐵原料……………四一

第六節 鐵鑄石の價值……………四三

第七節 鐵鑄石の焙燒法……………五三

第八節 團鑄法……………五五

第三章 滿俺鑄石と媒熔劑……………五六

第四章 燃料……………六一

第一節 樹木、石炭及骸炭……………六二

第二節 石油と瓦斯……………六八

第五章 耐火爐材……………七一

第二編 銑鐵製造法

第一章 熔鑄爐……………七四

第一節 熔鑄爐の生産力、内容積及其形狀……………七四

第二節 熔鑄爐の築造法……………七七

第三節 裝入裝置と瓦斯集捕器……………七九

第四節 瓦斯導引管と捲上裝置……………八二

第二章 送風裝置……………八三

第一節 送風機……………八四

第二節 熱風爐……………八六

第三章 熔鑄爐の操業法……………九〇

第一節 熔鑄爐内、裝入物の狀況……………九二

第二節 銑鐵の抽出法 九三

第三節 鑛石中諸成分の還元程度 九五

第四節 熔鑛爐の副産物 九九

第四章 混銑爐 一〇一

第五章 タ、ラ製銑法(和銑製造法—銑押) 一〇三

第六章 銑鐵の種類 一〇七

第一節 鐵中黒鉛炭素發生の理 一〇九

第二節 鼠銑鐵 一一二

鑄造用銑鐵の分級法 一一三

第三節 白銑鐵 一二〇

第四節 銑鐵の化學分析表 一二一

第三編 鍊鐵及鍊鋼製造法

第一章 直接製鐵法 一二八

第一節 和鋼製造法(鉚押) 一三〇

第二章 間接製鐵法 一三八

第一節 木炭鍊鐵及鍊鋼製造法 一三八

一、歐米に於ける製鐵法 一四〇

二、和鐵製造法(庖丁鐵) 一四三

第二節 パドル鍊鐵及鍊鋼製造法(攪鍊鐵) 一四八

第四編 軟鋼及硬鋼製造法

第一章 坩堝鋼製造法 一五五

目次

第一節 製鋼原料……………一五六

第二節 坩堝と坩堝爐……………一五七

第三節 製鋼操業法……………一六〇

第四節 坩堝鋼製造法の特色……………一六三

第二章 ベセマー鋼製造法……………一六六

第一節 製鋼原料……………一六八

第二節 轉爐製鋼用コンバーター……………一六八

第三節 製鋼操業法……………一七〇

第四節 ベセマー鋼製造法の特色……………一七六

第五節 小形ベセマー製鋼法……………一七七

第三章 シーメンス、マルチン鋼(一名平爐鋼)製造法……………一八一

第一節 製鋼原料……………一八三

第二節 平爐……………一八七

第三節 製鋼操業法……………一八九

第四節 シーメンス、マルチン製鋼法の特色……………一九六

一、ベセマー製鋼法とシーメンス、マルチン製鋼法との比較……………一九七

二、酸性製鋼法と鹽基性製鋼法との比較……………二〇〇

第四章 電氣鋼製造法……………二〇四

第五章 鋼材産出額の統計と、鋼材の化學成分……………二〇九

第六章 鋼鑄塊製造法……………二一四

第一節 取り鍋、鋼鑄塊型及鑄造法……………二一四

第二節 鋼鑄塊の性質……………二一八

一、收縮管……………二一九

二、 氣泡……………二三〇

三、 諸成分の析出……………二三三

第三節 鑄造に関する注意と特種鑄造法……………二三七

第七章 鋼材造形法……………二三二

第一節 加熱装置……………二三三

第二節 造形装置……………二三五

第三節 壓延方法……………二三八

第五編 可鍛鑄物及炭滲鋼製造法

第一章 可鍛鑄物製造法……………二四五

第一節 原料……………二四五

第二節 操作装置……………二四九

第三節 操作方法及製產品……………二五二

第二章 炭滲鋼製造法……………二五四

第六編 鐵の性質及其試験法

第一章 銑鐵の性質……………二五八

第一節 比重、熔點及流動性……………二五八

第二節 銑鐵中の瓦斯……………二六〇

第三節 收縮度……………二六二

第四節 硬度……………二六五

第五節 強力及韌性……………二六六

第二章 可鍛鐵(鍊鐵、鍊鋼、軟鋼、硬鋼)の性質……………二七〇

第一節 組織……………二七一

第二節 可鍛性及韌性……………二七六

一、化學成分の關係……………二七六

二、加熱度の關係……………二八〇

第三節 鍛接性……………二八三

一、化學成分の關係……………二八三

二、鍛接劑……………二八五

第四節 硬度及可淬性……………二八六

一、硬度計……………二八六

二、化學成分の關係……………二八七

三、焼入れ及焼戻しの關係……………二八八

第五節 強力及韌性……………二九八

一、化學成分の關係……………二九九

二、常溫作業の關係……………三〇三

三、焼入れ及焼戻し(金質調整法)の關係……………三〇六

四、加熱度及焼鈍度の關係……………三〇九

五、鐵の疲勞性……………三一七

六、酸類の影響……………三一九

七、異常溫度に於ける狀態……………三二〇

八、抗壓力及抗折力……………三二四

第六節 磁氣性……………三二五

第三章 鐵の鑄……………三二七

第一節 鑄の成分及其原因……………三二八

第二節 化學成分の關係……………三三〇

第三節 組織の關係及電氣分解作用……………三三二

第四節 鍊鐵と軟鋼との比較……………三三七

第四章 鐵材の試験法……………三四〇

第一節 化學分析法 三四〇

第二節 鍛鍊法及鍛接法 三四二

第三節 常溫作業法 三四三

第四節 擊衝試驗法 三四五

第五節 牽引試驗法 三四七

第六節 燒入試驗法 三五一

第七節 腐蝕試驗法 三五四

第八節 顯微鏡試驗法 三五八

附錄

一、八幡製鐵所にて製造販賣する鋼の種類 三六三

一、鋼材試験法 三六三

二、鋼質 三六四

索引

三、製作し得る各種鋼材の寸度 三六五

四、鋼板最大寸法表 三六九

五、薄鋼板最大寸法表 三七〇

六、網目鋼板最大寸法表 三七一

七、工具用坩堝鋼 三七二

二、度量衡比較表 三七六

三、針金寸法比較表 三八二

四、米に相當する呎及吋の表 三八三

五、吋に相當する耗の表 三八四

六、每平方吋听及噸に相當する平方耗听の表 三八五

七、每平方耗听に相當する平方吋听及噸の表 三八六

八、攝氏溫度に相等しき華氏溫度の表 三八七

九、挿入圖鐵の價格變動表 三九一

目次

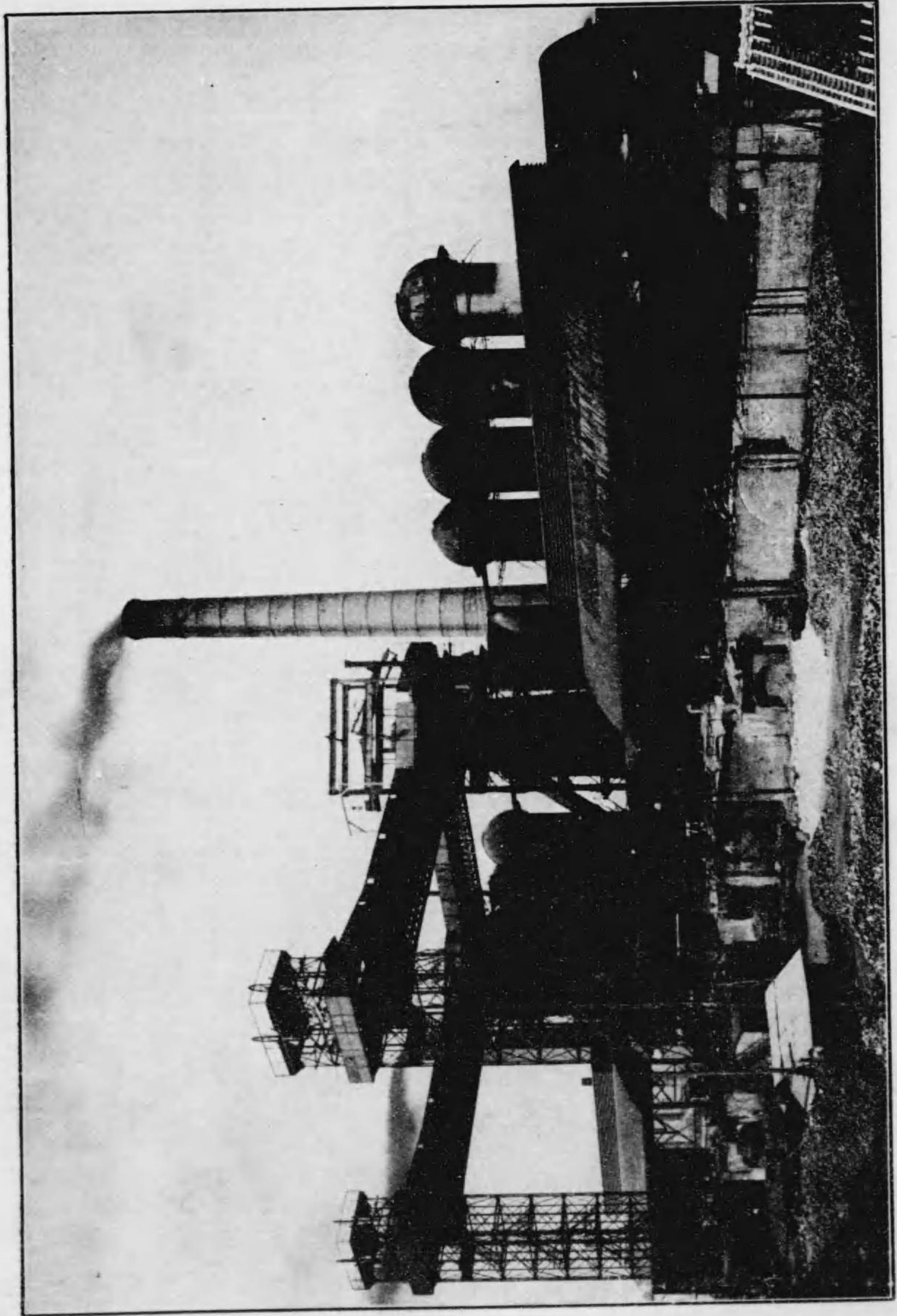
用語集 本書中に用ゐるもの……………17—22

一

鐵と鋼製造法及性質目次



第一圖 九州八幡製鐵所熔鐵爐



鐵と鋼

製造法
及性質

工學博士 倭國一著

第一編 汎論

第一章 緒説

種々なる金屬中、鐵類の最も大切なるものであることは、我々人類の之を使用する所を見ても明白である。即ち小にしては、日常家庭に使用する器具類、又大にしては、各種の機械類、鐵道、橋梁、船艦、乃至武器に至る迄、皆其大部分は、鐵類より出來て居る。從て世界諸國に於ける、文物の發達、程度如何を知らんが爲め、其一の標準として、鐵類の需要高を採ることがある。又一方より論ずれば、鐵類の供給は、今日物質文化の基を開くに、大なる力ありと云ふも、敢て過言にあらざることと思はれる。

即ち西曆千九百三年の統計に據りて、全世界に於ける鐵類の總產出額を、他の總ての金屬、勿論金銀を含むもの、和と比較調査せしに。其量に於ては鐵は諸金屬の和の二十二倍なる多額に達し。其價額に於ても、諸金屬の一に對し、鐵は〇・九に相當して居るのである。

斯の如く鐵類が、諸般の目的に重用せらるゝは、何故かと云ふに、其量潤澤にして、其價廉なるに因るは、勿論なるが、其力飽迄強く、尙之に他元素を加ふる等、些少の加減をなして、種々硬軟、強弱の度を異にせるものを得て、夫々の目的に對して之を應用し得る爲めである。

實に純粹なる鐵、即ち化學上元素たるべき鐵は、其質軟且つ弱なるもので、其實用に適せざる上に、之を得るに手數を要し、從て價も不廉である。然るに、今他元素を加へれば、始めて諸般工業に用ゐるべき鐵類を得るのである。從て工業上吾人の用ゐる鐵類は、全く一つの合金と稱すべきものであつて、鐵と之に、他の種々なる元素を合せたるものである。此等附加元素の内では、右の様な目的あつて、之を鐵中に加へたものもあるし、又故意でなく、自然と鐵に混入存

在せるものもある。今其の鐵に及ばず關係から、大切なるものを擧げて見ると、諸元素中、先づ第一指を炭素に屈するのである。其他硅素、滿俺、磷素、硫黃等、又は少量の銅、砒素等は、殆んど必ず鐵中に存在して居る。普通工業用鐵材の成分は、鐵分以外に左の元素及び割合より成るのである。

| | |
|----|------------|
| 炭素 | 〇・〇五乃至四・五% |
| 硅素 | 痕跡乃至五% |
| 滿俺 | 痕跡乃至二% |
| 磷素 | 痕跡乃至三% |
| 硫黃 | 痕跡乃至〇・三% |

鐵の成分中に此等諸元素を、適當に調合加減すれば、其抗張力も、純鐵に對して、六、七倍もあるものや。又諸種の目的に對して、必要なる性質を與へ得べきものである。

或る特別の場合に於ては、以上述べたる元素を、右の割合以上に多量又は其他の元素の多量を含むこともあるが、是は極めて特種の地金類である。鐵の性

質に、影響を及ぼす上に於て、諸元素中、最も大切なる關係を有するものは、炭素であるから、含有炭素分の多少に據りて、鐵類の分類をなす位である。

第一節 鐵の同質變態と、鐵中炭素の狀態

第一に鐵が其温度の高低に應じ、有して居る色々異なる狀態や、又鐵中に於ける、炭素の狀態を概述したのである。炭素等のない、比較的純粹なるものは、普通の温度では、軟かで鍛鍊が出来、又磁石に引きつけらるゝものである。之を α 鐵と稱して居る。攝氏七百七十度以上に熱したとせば、其鐵は磁石に働かず、又之を急冷すると、硬く脆きものになる。之を β 鐵と稱する。尙九百度以上に熱したとすれば、 γ 鐵となるのである。此のものゝ性質は、 β 鐵に似て居るが、唯電氣に對する抵抗率が違ひ、又は炭素を吸収する力が、大に増して居る。今鐵に炭素が入ると、其鐵が前記せる、種々の變態に移るべき、温度が下つて來る。又鐵には、約四・三%迄の炭素が這入ることが出来る。此炭素が、鐵中如何なる有様であるかと云ふに、鐵が高温にて、熔融して居る内には、總て炭素は、

鐵の同質變態

α 鐵

β 鐵

γ 鐵

鐵中炭素の狀態

鐵中に溶解すること、恰も砂糖が、水に溶けて居る通りである。一旦、鐵が冷却し、凝結するに至ると、色々に炭素の狀態も變じて來て、之を左の四種類に分つことが出来る。

一、黒鉛炭素 多量の炭素を含む鐵が、凝結する時に、其炭素の一部は、黒鉛となり薄板狀の結晶體を呈し、鐵粒間に挟まれて居る。是は鼠銑に大切なるものである。

二、テンパー炭素 黒鉛の少ない鐵を、今八百度附近、長く熱すれば、粒形なる炭素が出づることがある。是は可鍛鑄物に多く見られるものである。前二者を總稱して遊離炭素と稱する。

三、炭化炭素 鐵が高熱より、漸次冷却せば、一部の炭素は炭化鐵を造り分離する。此狀態の炭素を炭化炭素といふ。攝氏七百度附近にて、其發達最も盛で、其の爲めに、著しく熱を伴ふものである。普通の鋼の大切なる成分である。

四、可淬炭素 鐵が常温度に冷却しても、尙多少の炭素は、元の熔融鐵中にありしまゝで、殘留する。之を可淬炭素と稱して居る。此ものは、鋼を高温でよ

黒鉛炭素

テンパー炭素

炭化炭素

可淬炭素

り、水中等で急冷した場合に最も多く出づるもので、其鋼の主なる成分である。而して鐵に硬度を與ふるに、大切なるものである。此の炭化炭素と、可淬炭素は、共に鐵と結合して居るものであるから、總稱して、結合炭素と稱して居る。

第二節 鐵の分類法

鐵の分類につきましては、西曆千八百七十六年、米國フキラデルフキヤ、博覽會の際に、萬國會議を開設して、各國の委員が、相談して、議定したるものがある。今之に少し許りの、新しき考を加へて、擧ぐれば左の通りである。



鐵(ヅク)は他元素を含むこと多きもの、即ち炭素の量も、二六%以上に達するものである。而して之を溫度攝氏の千百度乃至千二百度に熱すれば、鎔融して流動體となるので、容易に鑄型に注込みて、思ふ通りの形狀を與ふることが出来る。併し鍛鍊して、打ち延すことは出来ぬのである。此鐵を、又小別して二つとするに、其外觀の色合を以てする。

鼠鐵と云ふのは、炭素を黒鉛の形ちで、鐵粒間に挾有するのである。之を打ち折りて見れば、其破面の色は、鐵自身ではなく、黒鉛の色を呈して鼠色である。従て此名をつけて居る、其質柔軟にして、強靱である即ち脆くない、鋸削りも出來て鑄物に製造し、仕上をなすことが出来る。

白銑と稱するものは、炭素を鐵自身と結合せしめ、所謂結合炭素として、之を含有するものである。其色白く、其質脆く、且つ堅硬である、重に進んで、他の種類の鐵を製造する材料に供せらるゝのである。

銑鐵に對する他の鐵の種類は、可鍛鐵である。此のものは、含有する炭素の量二六%以下のもので、其熔融點も高く、攝氏千三百度弱、乃至千五百度に位するものである。可鍛性を有し、常溫にあつても可なり之を打延ばすことが出来るが、赤熱以上の高溫度にありては、一層柔軟となり、容易に鍛鍊することが出来るのである。尙之を強熱するときは、先づ半熔融状態となり、遂に進んで流動態に變ずるのである。

可鍛鐵を其製造方法に據りて、先づ二分する。甲は其流動状態で、之を造りたるものであるから、此の際に生じた鐵滓を含有せぬものである。乙は其の製造せる際の熱度、不十分にして、僅に半流動體の状態にありたるもの、而して各鐵粒が、互に相鍛接して、一塊をなすに至りたるものであるから、作業中に生じた鐵滓を其中に含有する。甲は即ち鑄鐵鑄鋼で、乙は鍊鐵鍊鋼である。

此等兩種の鐵類を、其性質に據り、各々更に細分する。即ち此等のものを探りて、赤熱以上の高溫度に處し、之を急冷すれば、著しく其硬度を増し得るもの、即ち焼入れ(健淬)のきくものがある。之を鋼と名付くる。而して其性質を可淬性と稱する。他に同じ作業を加ふるも、著しく硬度を増し得ざるものがある、之を鐵と名付ける。言葉を換ゆれば、鋼と鐵との區別は、單に其焼入の能否に據りたるものと、云てよいのである。今其の含有せる炭素の割合より區別すれば、其量〇五%以上なる時に、鐵は著しく焼入せられ、又〇五%以下なる時は、焼入の效著しくない。故に炭素の量〇五%は、恰も鋼と鐵との境界をなす次第なのである。我國に於ても、古來鐵と鋼とを區別するに、同じ方法に據つて居る。唯前記のものに比し、差異のあるは、含有炭素の影響を知らないから、僅に其焼入の能否如何を論じたものである。

斯くの如く、鐵中炭素の量、〇五%を以て、其可淬性、有無の分るゝ處と決定したるも、元來前記の鐵分類法の現況を窺ふに、之を實際に應用しつゝあるは、獨逸、埃太利等にて、然も諸官廳の公文又學術上にのみ、用ゐらるゝ有様である。他

の英米佛國の如きは、全然此の區分法に準據しないのである。銑鐵と可鍛鐵とを、其含有炭素の二・六%にて區別してあるは、左程不都合を感せぬことである。其は含有炭素の量一・七%乃至二・五%の如きものは、實際使用せらるゝこと尠ない、従て前兩者の區別明かなる次第である。又銑鐵と鍊鐵とを區別し、銑鋼と鍊鋼を分つに、其製造法如何に據ると云ふことも、十分混雜せず、區分することが出来る次第であるが、最後の鐵と鋼との區別に至ると、是は全然不確なることと云はねばならぬ。蓋し焼入の能否を以てすると云ふことは、實際に不安心である。

元來硬度なるものに、一定の標準を得ることが出来ない、其程度を二倍三倍と確言する理に行かぬ、従て判然と鐵と鋼との區別を其硬度を増す、即ち可淬性ありと云ふ一點から、炭素〇・五%に定むるは困難である。同じ製鐵所で、同じ用途に當る爲め造つた材料の内でも、或るものは、炭素を〇・五%以上有し、他のものは〇・五%以下有することがある。今精密に分析をして、其含炭量を定むる手数を掛くるも、同じ用途の材料中、否同じ材料中の異なりたる位置にて、一

は鐵と稱し、他は鋼と稱さねばならぬ次第である。況んや、近世の進歩したる製鐵法に於ては、炭素の量〇・五%以下のものでも、他の元素を與へたる結果として、十分焼入の出来るものがある。従て益々混雜することとなる。

尙銑鐵を歴史上考へて見ても、古來造りしものは、所謂前述の分類法中の銑鋼のみであつたのが、十九世紀の中頃より、新しき方法、種々發明せられ、續て一層柔軟なるもの、所謂銑鐵なるものをも、製造することが出来たのである。此等の二者は、同じ爐で同じ様な方法で、自在に造ることが出来、又鐵よりは鋼の方が、聞え好き理由で、此等兩者は共に鋼と名付けて、全然前記せる分類法に據らなない次第である。又普國の鐵道院では、鐵と鋼の區別をするに、一平方耗につき五十斤以上の抗張力を有するものを鋼となし、其の以下のものを鐵と稱する。是も同一供試材に於て、時と場合により、抗張力が變化することであるから、亦曖昧たるを免れない。

今日、英米佛等の諸國では、如何に鐵と鋼との區分法をなすやと云ふに左の通りである。即ち鋼は焼入の出来るものか、或は銑融して造つたものとする。

英米に於ける鐵の分類法



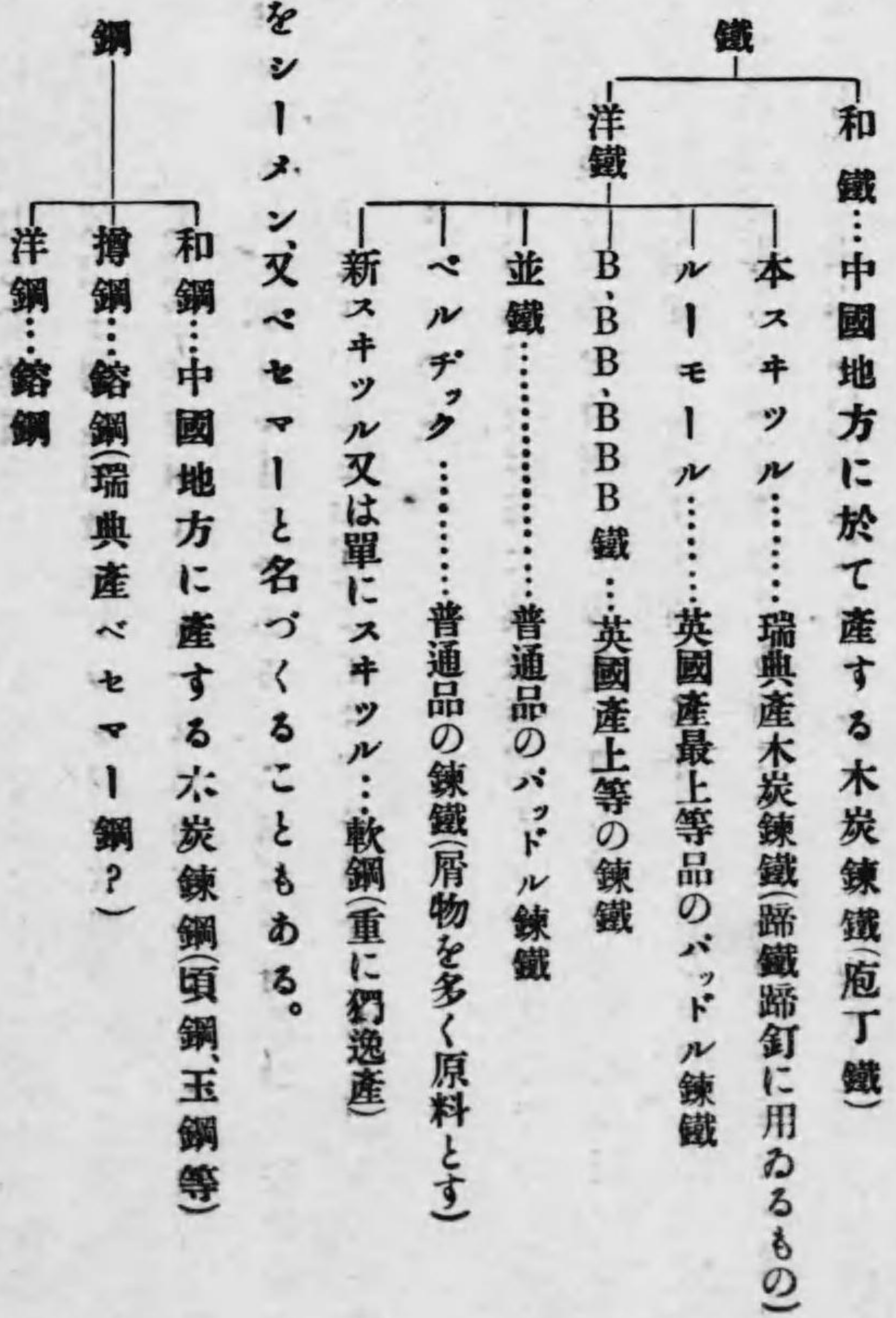
即ち木炭を用いたる、又はパッドル法にて造つたものは、總て鐵と命名し、他に炭滲法坩堝法、ベセマー法、シームスマルチン法、又は電氣製鋼法等にて造りたるものを、總べて鋼と名付けたのである。別に議決を経たものでもない、カンベル氏は之を所謂常識によりて、區別したものと唱へて居る。但し此分類法にては、古來彼の鋼と稱せるもの、我國に於ける和鋼の如きもの、即ち鍊鐵に似

て、含有炭素の多量なるものを、含包して居ない。是は今日の市場に於て、極めて稀に、遭遇すべきものである。

尙歐米に於て、此等の鋼の内に於て、通常軟鋼 (mild steel) と硬鋼 (hard steel) と分けて居る、是は判然たる其性質上よりするのではなくして、唯其の含有炭素量概畧〇三%以上を硬鋼と稱し、同量以下のものを軟鋼と稱して居る。例令ば、普通軌條、多種類の發條等は、硬鋼なるも、一般建築材料として、船舶、橋梁等に用ゐらるゝものは、軟鋼に屬するものである。其他に一層細かく、硬軟種々に階段を付けて命名することがあるが、是は工具鋼の場合である、即ち其硬度を、大切とする場合に來るのである。

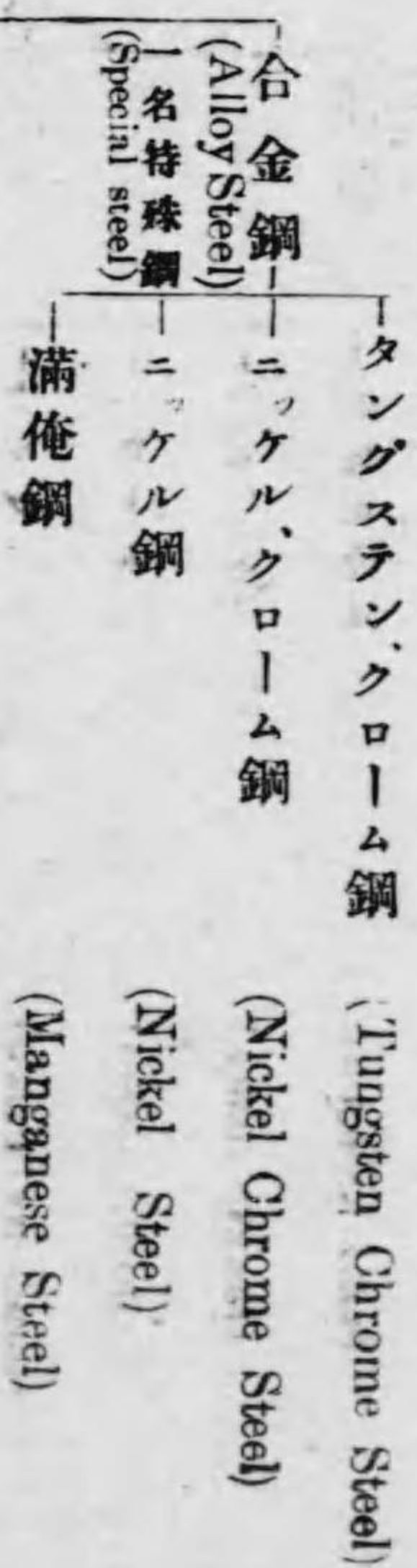
我國に於て、現に使用する鐵材は、重に英米諸國より仰ぐものであるから、從て此等の國で用ゐる、分類法を襲用して居る。即ち船舶、汽罐用の鈹や、橋梁、建築構造物材を鐵(銻鐵)と稱せずして、鋼(軟鋼)と名付けて居る。併し小仕掛の工場、又は市井の鍛冶屋等、専ら鍛鍊作業をする所にては、又別の命名法を採つて居る。精確に其分類も出來ない、唯重なるものを左に羅列する。(但し銑を除く)

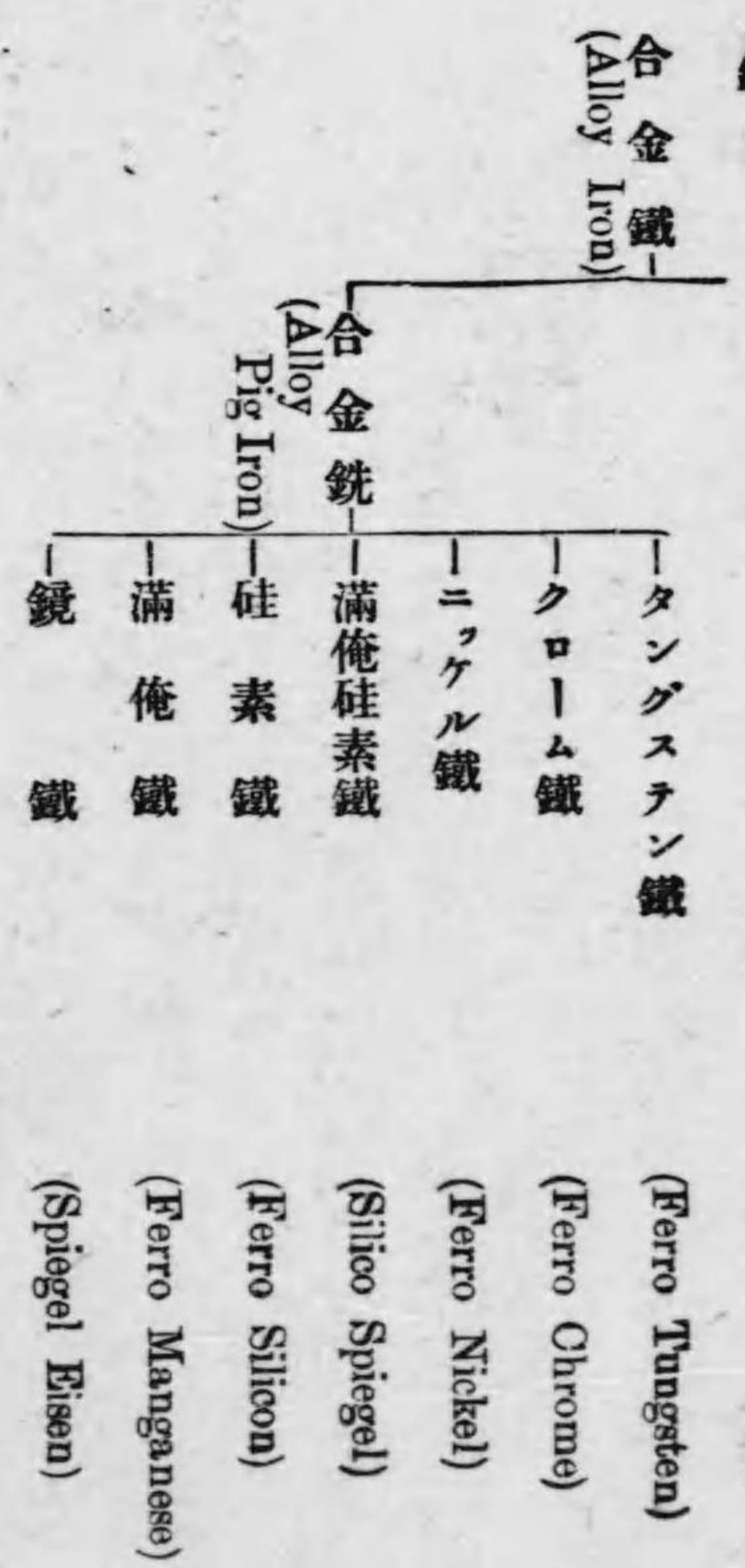
本邦に於ける鐵の分類



鋼は之を焼入し得るものであるてふ、古來の習慣を墨守して居て、舶來の鐵材を其性質に應じて、之に當て嵌めたことになる。斯る次第で、我國に於ける鐵類の分類法は、頗る煩雜して居る。而して注意せねばならぬは、實際鐵材の供給者は其素性の判然せぬものに、勝手に名をつけることがあるから、途方もなき間違を來すことである。併し八幡製鐵所に於て、供給するものは、何れもシーメン、マルチン鋼、又ベセマー鋼と區別をして、其鋼質に應じ確然と分類し、販賣するから、是が段々弘まる時は、其名稱も一新することになる、結構なる次第である。

以上詳細に、論述したるは、鐵類の内、専ら炭素分を、主要成分とせるもの、分類法であるが、他に特別の目的に應じて、炭素以外の他元素をも、其主要成分として含有する場合もある。之を所謂合金鐵と稱する。之に對して、最初に述べたるものを、炭素鐵と名付ることがある。扱て合金鐵にても、又二つに分つことが出来る。





合金鉄は、其の含有せる元素を、他の鋼に加ふる爲め、殊に製造するもので、可鍛性のなきものである。併し合金鋼一名特殊鋼となると、之に反して可鍛性を有し、直に使用すべき成品である。近時殊に進歩した材料として軍艦に用ゐる装甲板や、高速度工具鋼等は皆之に屬すべき種類である。

第三節 製鐵業の歴史と、世界製鐵業の概況

吾人人類は、歴史の示す以前より、諸種の金屬を利用したるものである。其内

合金鉄
合金鋼
特殊鋼

製鐵業の

歴史

にも、金銀は勿論、其他必要の材料として、鐵、銅、鉛、錫及び諸種の合金等を用ゐたが、如何にして此等の金屬を得たのであるかと云ふに、地球上種々自然に起るべき作用は、此等金屬を含むもの、即ち礦物中より、金屬其ものを還元せしむる能力あるものあり、爲めに始めより地球上に、金屬其ものとして存在する場合がある。従て未開の民と雖も、金屬の光澤、重量、強力、硬度を認めて、直に之を利用する考を起したるものに、相違ない。金及銀は先づ暫らく措きて、銅と鐵と何れを斯くして先に、一般日常の材料として、應用せしやは、未だ解すべからざる問題である。

地球上に現出せる鐵塊(グリーンランドの西岸にある玄武岩中にあり)又は地球外より落下せる天隕石として、鐵は金屬のまゝ自然に存在する、而して往古より、之を利用せし事は、儲である。又一方では、鐵鑛石を原料として、鐵を人工にて造ると云ふことも覺えたるものである。最も還元し易き種類の鐵鑛になると、之を點火せる木材中に投しても、鐵を得ることが出来るのである。併し誰人が始めて鐵を造ることを發明したと云ふことは言へない。多くは夫

夫國民が神話を有して居る。我國にては、金屋子神が鐵を造る事を、先づ出雲國能義郡に於て、諸民に教えたことと傳へて居る。

兎に角、斯くして世が段々開け、鐵類の需要が從て増進した爲め、製鐵法が盛に擴がつたものである。幼稚の時代には、鐵鑛石を處理するに、木炭を燃料として用ゐたものであるが、此の二種類の原料共に、世界到る處に、普く分配せられて居る。從て何れの國民も、製鐵法を行ふたもので、而して其場所を自然と、森林のある地區に持つて行いたのである。

其の用ゐし爐は、丈低きもので、而して發熱又は還元材たる、木炭を燃燒するに要する風も、自然通風によるか、又は人力を用ゐて、遣るに留まつた。從て其熱度も低い、爲めに其製出物としては、鍊鐵を得るに過ぎない、語を換へて云ふと、此等の時代には、直接に鑛石より、鍊鐵を造つたものである。

其後、歐羅巴に於ては、十四世紀に至り、水力を利用するを知り、送風の量も、力も強大となり、從て爐の形も大きくなつた。又其温度も増した爲めに、出來た鐵も、多量の炭素を吸收する様になり、又充分鎔融し、爐内より流れ出づる鐵を得

る様になつた、即ち銑鐵を製造するに至つた。又其製鐵所の位置も、勢ひ水流の附近に集中する様になつたのである。

斯くして得たる銑鐵を、型の内に注入して目的の形狀を與ふる方法、即ち鑄造術を知つた。又他方に於ては、銑鐵を數回反覆鎔融せば、鍊鐵を得べきことを知つた。此新法の利便は著しい、爲めに最早や鍊鐵を鑛石より直接に得るのみでなく、先づ之より銑鐵を造りて、進んで鍊鐵及鋼を造ると云ふ、所謂間接法、初めて世に出でたのである。

我國に於ても、古來中國地方に於て、砂鐵を木炭にて處理し、鍊鐵及鍊鋼を造つたものである。低き爐で、主に人力を用ゐて風を起した。又銑鐵は餘程後年になりて、之を造ることを知つたものであるが、何れの時代より、之を造り始めたかは明でない。唯其の用ゐる原料たる砂鐵の種類を、色々巧に利用して、其他は大略同じ様な方式で、或は鍊鋼を造り、或は銑鐵を造るのは、全く世界獨得と云ひてよい。而して此の有様で維新時代迄來つたのである。

併し廣く、此等の製鐵時代に、世界の大勢を通覽するに、斯くの如く各國に於て、各々鐵を造つたものであるから、殊に良好なる鐵鑛を産出する處、從て良質の鐵を造り得る處、即ちウラル山地方、又は瑞典等は、有名なる製鐵地方であつた。

然るに世の益々進むに從て、鐵類の需要は益々増加し、其製造額も大となつたので、忽ち燃料とすべき木炭の不足を感じたのである。爰に於て石炭や骸炭を用ゐて、之に代用することを勉めた。先づ鑛石より骸炭にて、銑鐵を造ることも發明され、又は銑鐵より鍊鐵を造るに、石炭を用ゐることも發明された。其上に一方では、蒸氣機關の發明は、廉價なる石炭を用ゐて、強力なる送風を得る様になした。從て製鐵所は、益々炭田地方に集注したのである。

製鐵事業を革新するに足る此等の大發明は、英國人の遂げし上に、且つ英國の地勢は海陸運輸の便、極めて良好なるのみならず、天賦の富源を有して居る。同一鑛山から、鐵鑛も、石炭も掘り出すと云ふ有様である。從て其製鐵業は、勢ひ盛大ならざるを得ぬ次第である。前十九世紀の初めより、絶大の進歩をなし、遂に西曆千八百七十年頃迄は、全世界總產出額の半ばを製造して居つたのである。

鎔鋼の製造につきては、約二百年以來、坩堝鋼のみであつたが、前世期中半に至りて、ベセマー法、及シーメンズ、マルチン法、世に出で、鎔鋼のみならず、炭素の少なきもの、即ち鎔鐵をも盛に製造した。而して新地金は、鍊鐵の代用をなし得るものである。爾來世界文明の進むと共に、鐵又は鋼の製造法は、盛に進

歩發達を遂げたのである。殊に鋼の產出は、著しく増加して、現今あらゆるものに之を利用する次第であり、所謂鋼時代となつた。西曆千八百年に、全世界に於ては、鐵を總計八十萬噸產したが、千九百十二年になると、銑鐵七千四百萬噸弱を產出した。即ち一百有餘年間に九十倍強の増加をして居る。

各國の狀勢につきては、軌近、米國北部大湖の近傍、地域に良鑛を發見し、大仕掛に多量の鑛石を採掘して、遠く東部ペンシルバニア州に送つて、盛に製鐵事業を行つた。元來米國は、其地積廣大にして、軌條其他鐵材の需要夥く、之に伴ひ次第に、鐵の產出量を増加した。前世期の末葉に至りて、英國を凌駕し、遂に世界第一の製鐵國となつた。而して近年益々其勢ひ凄しく、其產出額は、之れに次ぐべき二大製鐵國なる獨、英兩國の產出合計量を超過して居る次第である。獨逸に於ては、古き時代より製鐵事業は盛なりしが、中途、英國の爲めに壓倒せられた傾きがある。近年其勢を回復し、殊に普佛戰爭の結果、占領せるローレンス州の南部に、鑛石の大富源を得たるが爲め、漸次多量の鐵を產出するに至つた。尙同國の西部には、廣大なる炭田を有する次第であるから、今世紀に至り獨逸は遂に英國を凌駕して、世界第二の製鐵國となつた。

英國も年々其製鐵額を増加するけれども、他の二國の進歩には及ばぬ爲め、現

今第三に位する産出額を示して居る。尙佛露諸國は之れに次で居る。我國に於ては前に述べたる如く維新前迄は、砂鐵と木炭を用ゐて鐵材を造り、僅に日需の小具に之を用ゐて居たのである。未だ其需要も、産出額も極めて微々たるを於て、深く木炭の不足を感ずる迄に至らなかつたのである。維新來歐米の文物輸入せられ、鐵材の需要劇に増加するに從て、外國よりの輸入物を仰いで居たのである。明治十五年政府は、釜石鐵山の經營を遂げ製鐵に取りか、つたが未だ其機を得ぬ爲め直に廢業した、併し此のものが今日、我國最大の私有製鐵所たる、田中製鐵所の基をなして居る。其後明治二十四、五年頃より製鐵業は、國家の生存に大關係あり、又軍器獨立に大切なる爲め、朝野の大問題となつた。同二十九年に至り、始めて在九州の八幡製鐵所の經營となりて、同三十四年に其一部完成し、始めて事業を開始し、今日に至つて益々事業を擴張した。又舊來の砂鐵製鐵法も、輸入鐵材の壓迫を受けて、段々振わぬけれども、尙中國の一隅に其事業を行ふて居る。其他に陸中仙人鐵山、栗木鐵山等に小製鐵爐がある外に、北海道室蘭附近の輪西、滿洲本溪湖に稍々大なる製鐵工場が起つた。製鋼爐は前記八幡釜石以外に、吳、大阪等の陸海軍工廠及び大阪、神戸の鑄鋼所

にありて、鋼鑄物以外に鋼材を供給する。又近く起業した室蘭日本製鋼所及び川崎の鋼管會社工場にも大規模のものがある。

然るに一昨年來、歐洲戰亂の影響を蒙りて、本邦鐵鋼材の自給の必要に迫られ、製鐵業の勃興を促した、即ち八幡製鐵所の第三期の大擴張も計畫され、新に内地又は朝鮮滿洲に於て、或は新工場を起すもあり、又舊工場を擴張するものもある、基年ならずして我製鐵業は其製産額を倍することになる。

第四節 鐵類の産出額、及本邦輸入額の統計表

我邦に於ても、製鐵業は段々と進歩した、今民間製鐵業者の産出額のみを見るに、時に盛衰あるも、最近十年間に於ける、銑鐵産出額は年々平均一割強の増加をなし、又鋼に於ても年々平均二割餘の増加率を示した、併し其前途尙遠遠なりと云はねばならぬ。

本邦製鐵業者は我々の需要する鐵材の一部を供給するのみであつて、我々は其大部分を外國から仰で居る、即ち左に示す統計を見ると、此事實が明かる。

本邦に於ける鐵類産出額 (農商務省鐵山局編纂本邦鐵業の趨勢参照)

民間の製鐵業者は左の通り産出して居る。

本邦に於ける鐵類産出額

| 鐵類 | 大正元年 | | 大正二年 | | 大正三年 | |
|----|--------|-----------|--------|-----------|--------|-----------|
| | 數量 | 價格 | 數量 | 價格 | 數量 | 價格 |
| 鐵 | 五七,一五五 | 三,〇六三,三七〇 | 五六,三六二 | 三,四一八,三四〇 | 七四,七六一 | 二,七五〇,七三五 |
| 鋼 | 一一,一〇五 | | 一四,六〇七 | | 一四,八六九 | 八,二四〇,一一 |

又同時に官立の八幡製鐵所は左に示す製産品を出した。

| 鐵類 | 大正元年 | | 大正二年 | | 大正三年 | |
|----|--------|-----------|--------|-----------|--------|-----------|
| | 數量 | 價格 | 數量 | 價格 | 數量 | 價格 |
| 鐵 | 一七,七八二 | 四,三〇〇,九〇二 | 一七,八七四 | 三,五八八,〇一〇 | 三二,六七六 | 四,五三二,八八〇 |
| 鋼 | 二〇,七二〇 | 一,四六〇,九五五 | 二六,三三三 | 一,三六八,五〇〇 | 三〇,九九六 | 一,三三三,六二一 |

尙諸外國より本邦へ輸入せる鐵材の額を見るに大正三年前の五箇年間に四十萬佛噸乃至七十三萬佛噸を算し其金額三千二百四十餘萬圓より多きは五千六百七十六萬餘圓の巨額に達す。大正三年は内地企業の不況と歐洲よりの輸入激減の爲め其前年に比し價格に於て三分の一弱を減じた。尙諸外國より本邦へ輸入せる鐵材につき其主要なるものを掲ぐ。

本邦に於ける輸入鐵類累年比較表

本邦に於ける輸入鐵類累年比較表

| 鐵類 | 大正元年 | | 大正二年 | | 大正三年 | |
|-----|---------|------------|---------|------------|---------|------------|
| | 數量 | 價格 | 數量 | 價格 | 數量 | 價格 |
| 鐵 | 二八,五四六 | 八,一五〇,三三四 | 二五,〇六六 | 一〇,三九九,七六六 | 二九,〇九四 | 六,五九五,二四二 |
| 條竿類 | 二二〇,一七五 | 一五,三九二,七〇〇 | 一八五,二〇七 | 一三,八四〇,〇七九 | 一五四,七四九 | 九,八六六,二八〇 |
| 板葉鐵 | 一九〇,八六〇 | 二二,九七五,五二一 | 一五五,八三三 | 一七,六七六,八五二 | 一三四,九九〇 | 一三,九六五,七六〇 |
| 管 | 三五,九九二 | 四,一三〇,〇六六 | 四五,五六一 | 六,九三三,八九〇 | 二九,三八〇 | 四,一三〇,〇六六 |
| 軌條 | 六三,四五六 | 三,九三九,三三七 | 六〇,七六四 | 四,〇八六,三三三 | 二七,七二五 | 一,八七六,六二四 |

此等主要輸入鐵材につき大正三年に其の輸入せし國別を見るに左の通りの割合になる。

大正三年各輸入國の輸入額を各品別につき總量に對し百分率にて表す。

| 國別 | 鐵 | 條竿類 | 板葉鐵 | 管 | 軌條 |
|-------|----|-----|-----|----|----|
| 英吉利 | 三六 | 二二 | 五一 | 一一 | 四 |
| 北米合衆國 | — | — | 一一 | 七〇 | 五四 |

| | | | | |
|------|----|----|----|----|
| 獨逸 | 五六 | 二六 | 一七 | 三七 |
| 白耳義 | 一九 | 一一 | | 三 |
| 支那 | 三三 | | | |
| 英領印度 | 一九 | | | |

又本邦は殆んど鐵材を輸出しないから、從て本邦產出物と輸入した全部を、我々は需要したことになる。
 今輸入額と、民間製鐵業者の產出額と、八幡製鐵所の產出鋼材製品額とを合算すると、需要した高に相當する。

| | | | |
|-------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 品別年代 | 大正元年 | 大正二年 | 大正三年 |
| 銑類鋼材類 | 一〇五三、二四三 <small>噸</small> | 九九六、三八三 <small>噸</small> | 八九四、七八〇 <small>噸</small> |

尙其他陸海軍工廠や、大阪附近の鋼鑄造工場で、造る鋼材も尠なくないのみならず、種々機械類の形ちで輸入する鐵材も多い、從て内地に於て需要する總額は蓋し夥しい。

各國鐵材消費額

元來一國民の鐵材需要高を以て、其文化の程度を測ることが出来るものであるが、其量につき我國は諸國に比して大に劣つて居る。古い統計ではあるが、明治三十六年に諸外國は、一人につき、左の通り需要して居る。

| | | | | | |
|-------|------|-----|------|-----|------|
| 北米合衆國 | 五〇四噸 | 英吉利 | 四七〇噸 | 獨逸 | 四一〇噸 |
| 白耳義 | 四〇〇噸 | 瑞典 | 二〇〇噸 | 佛蘭西 | 一六〇噸 |
| 加奈陀 | 一〇〇噸 | 埃甸 | 七〇噸 | 露西亞 | 五〇噸 |
| 西班牙 | 四〇噸 | | | | |

此等の數は近年一層増加して居るに相違ない。
 退て我國の有様を見ると概算であるが、今日年々百萬噸許りの鐵材を需要して、其内僅に約三十萬噸餘を國內にて製造することに當る。即ち此の一百萬噸を、約五千萬人に割り當ると、一人が約四十五噸弱の鐵材を需要することになる。

現今世界の諸國は如何なる割合に、製鐵事業を行ふて居るかを知なん爲め、最近三ヶ年間の統計と、又重なる製鐵國の產出額の増減を示すべき第二圖を掲げる。(但し鋼材の產出額は後章に示してある)

世界に於ける銑鐵產出額

世界に於ける鉄産出額

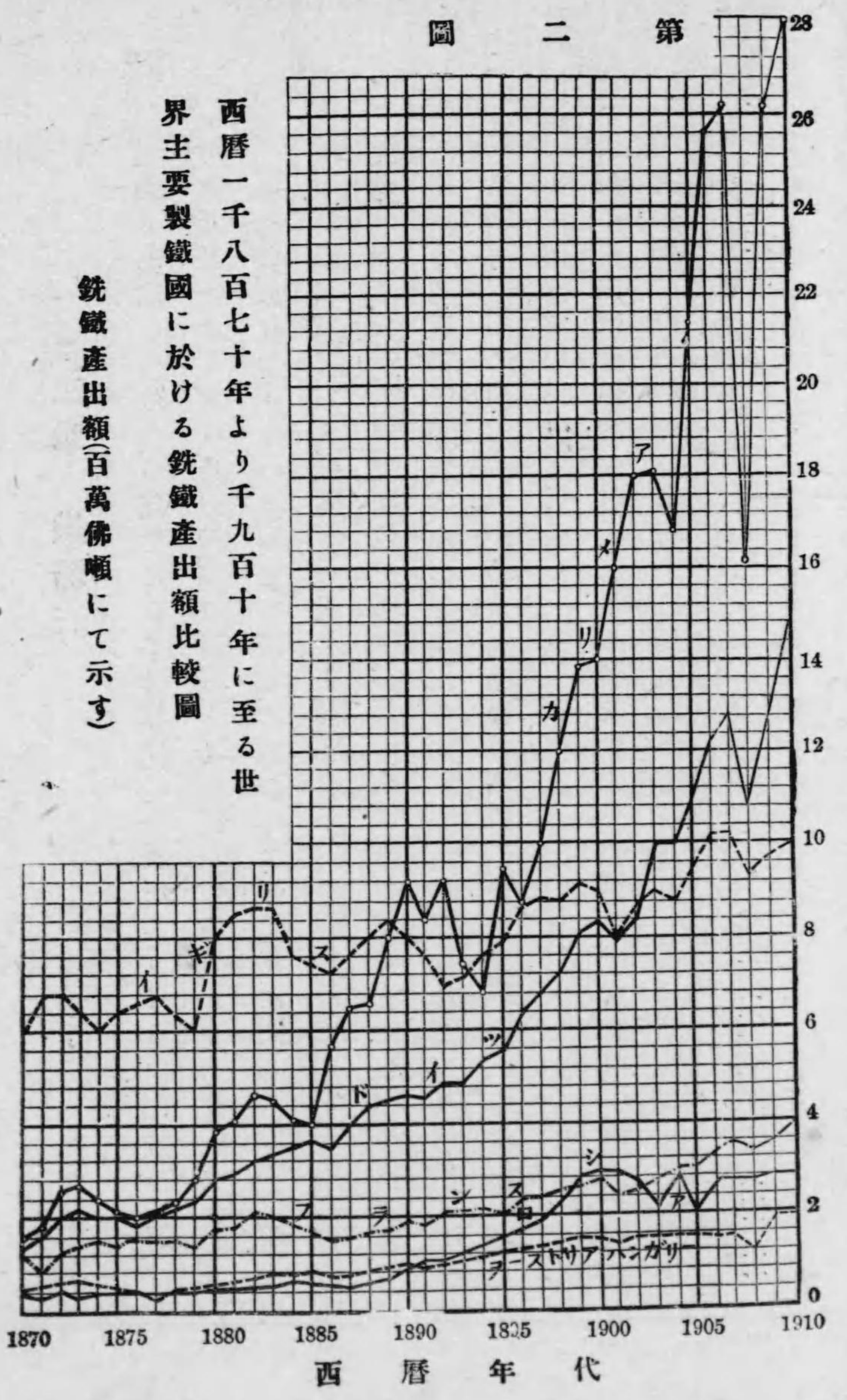
| 國別年代 | 大正元年 | 大正二年 | 大正三年 |
|---------|------------|------------|------------|
| 日本 | 二三四、六一二 | 二三五、六八六 | 二九六、四三七 |
| 伊太利 | 三七九、九八七 | 四二六、七七五 | 三八五、一一四 |
| 西班牙 | 四〇三、二四三 | 四二四、七七四 | |
| 瑞典 | 七〇一、九〇〇 | 七三五、〇〇〇 | 六三五、一〇〇 |
| 加奈陀 | 一、〇一四、五八七 | 一、二二八、九六七 | 七八三、二六四 |
| 白耳義 | 二、三〇一、二九〇 | 二、四八四、六九〇 | |
| 奧太利、匈牙利 | 二、三二二、六八九 | ×一、七五七、八六四 | |
| 露西亞 | 四、一九七、六三八 | 四、五四七、〇〇〇 | 四、二七〇、〇〇〇 |
| 佛蘭西 | 四、八七一、九九二 | 五、三二一、三二六 | |
| 英吉利 | 八、七五一、四六四 | 一〇、四八一、九一七 | 九、〇〇五、八九八 |
| 獨逸 | 一七、八五二、五七一 | 一九、二九一、九一〇 | 一四、三八九、五四七 |
| 北米合衆國 | 三〇、二〇二、五六八 | 三〇、九六六、三〇一 | 二三、三三三、二三四 |

(×) 奧太利のみ

續と

二八

圖 二 第



西曆一千八百七十年より千九百十年に至る世界主要製鐵國に於ける鉄産出額比較圖
 鉄産出額(百萬噸)にて示す

第一編 汎論

二九

第二章 鐵鑛石

地球外殼
の成分

抑も地球の外殼(水、空氣を含みて計算す)は全體何よりなるかと云ふに、クラーク氏及フオーグト氏の計算に據ると、其の五割は酸素より、二割六分は珪素より、七分強はアルミニウムより、而して四分強は鐵より成立して居る。即ち鐵は地殼に於て、其存在量より見ると諸元素中第四番目に位する。其他の諸元素に至りては、夫々其下位である。即ち鐵はアルミニウムを除き、最も多量に存在する金屬であるのみならず、之をアルミニウムに比して其原料より金屬を還元し得る事も容易であるし、其他の利益の點が多いので、鐵は盛に應用されて居る次第である。

然るに鐵は、金屬其ものとしては存在すること少ない、既に前に説明せし通り、火山岩の内や、又は天隕石として多少は地球上に存在して居る。併し此等は極めて微々たるもので、到底今日一般工業の材料としては、殆んど數ふるに足らぬ位である。従て我々が金屬鐵類を得て、之を使用せんと欲せば、勢ひ鐵其

鐵鑛石の
意義

物の化合物、即ち鐵鑛なるものを採掘し、之を製鍊しなければならぬ。

抑而鐵鑛石とは如何なるものかと云ふに、冶金上之を取扱ひ、其より鐵を得た時、經濟上、十分利益を得べき程度に、始めから鐵其もの、含有量も十分でなくてはならないし、又他の條件をも具備しなければならぬ。斯くて鐵鑛石の有すべき鐵分の割合は、何程以上であるかと云ふに、經濟上利益を得るや否やと云ふ問題であるから、無論時と場合に據りて大に相違がある。併し最初述べた様な、地球實質の鐵平均含有量なる四分強と云ふ割合よりは、常に著しく超過して居る。即ち今日極めて特殊の場合でも、少なくとも二十五%、或は三十%の鐵分を有しなければならぬ。我日本の有様であると、殊に交通不便の處に、發見さるゝ鐵鑛石は、先づ鐵分を四十%以上、含有する必要がある。此外に鐵鑛石は、種々の挾雜物を有して居る、中には利益になるものもある、又或るものは有害なるものである。最も普通なるものは、硅酸、石灰、苦土、礬土、滿俺、硫黃、磷素、銅等で、又稀に砒素、チタニウム等である。此等のことに就きては後に尙説明する。

第一節 赤鐵礦

赤鐵礦

赤鐵礦は其成分酸化鐵 (Fe_2O_3) を主とするが、普通他の挾雜物を有して居る、併し鐵分に富む鑛石に屬する。其色は暗黒色より赤色を有するも、條痕色は常に赤色を帯びる。此種の鑛石は、磷分を含有する事が、極めて少ないので有名である。元來鑛石より造るべき銑鐵に就きては、含有する磷分の多少が、殊に重要な問題である。磷分の少ない銑鐵は、特殊の用途を有し、著しき高價を値する。然るに磷分の少ない銑鐵を得るには、是非其原料なる鑛石中に、極めて磷分の少ない種類を選ばなければならない。此場合に赤鐵礦は、最も適恰のものである。

英國カンパーランド地方に産出するものは、最も純粹であるので、其より造つた銑鐵は、磷分を有すること最も少ない。従て今日習慣上、赤鐵礦銑鐵(ヘマタイト、ピツグ)と云ふことは、其原料に如何なる種類の鑛石を用ゐたにせよ、磷分の最も少ない銑鐵と云ふ意味になり、特殊の場合に用ゐらるゝのである。

而して其含有磷分の量は、含有鐵量に對して、普通0.1%以下として居る。最も有名なる産地は、北米合衆國の北部、レーキ、スウベリヤルの西岸とす、今日全世界中で、最も多量の産出額を有するのみならず、實に該國製鐵事業の根元をなすのである。其他西班牙の北部ビルバヤにありて、重に英國に輸出せらるゝものもあるし。又は南露西亞にもある。其地製鐵事業近時の膨興は、實にクリボエ、ロックの赤鐵礦に係れるものである。日本に於ては、越後の赤谷鐵山、陸中の仙人鐵山に産出する。現に前者は八幡製鐵所所屬となり、後者は之を採掘し木炭を以て銑鐵を製鍊して居る。重なる赤鐵礦の有する化學成分を擧げると左の通りである。

赤鐵礦の成分

赤鐵礦の成分

| 品別 | 鐵 | 硅酸 | 礬土 | 石灰 | 苦土 | 滿俺 | 硫黃 | 磷 | 銅 | 分析結果出所 |
|--------|------|------|----|----|----|-----|-----|-------|-----|------------|
| 仙人鐵山不動 | 53.9 | 24.3 | — | — | — | 0.3 | 0.9 | 0.008 | 0.1 | 三試料平均地質調査所 |
| 赤谷鐵山 | 65.9 | 4.5 | — | — | — | 0.7 | 痕跡 | 0.3 | — | 地質調査所 |

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|---|--------|
| 陸中砂子澤 | 六〇・三 | 五・六 | — | — | — | — | — | — | — | — | 同 |
| 朝鮮 屈山 | 六三・六 | 七〇・八 | 三九・七 | 〇・二六 | 〇・二七 | 〇・二二 | 〇・一〇 | 〇・〇二 | 〇・〇三 | — | 八幡製鐵所 |
| 朝鮮 安岳 | 五二・六 | 二二・五 | — | — | — | 〇・二二 | 〇・〇七 | 〇・〇二九 | — | — | 八幡製鐵所 |
| 米國レッキ、スワベリ チル附近平均試料 | 六二・九 | 五八・九 | 一三・九 | 〇・七〇 | 〇・四二 | 痕跡 | 〇・〇五 | 〇・二二 | — | — | クラケス氏 |
| 英國カンバーランド、 リトア、ミア、 | 六六・〇 | 五六・六 | 〇・〇六 | 〇・〇七 | — | 〇・一九 | 痕跡 | 痕跡 | — | — | ウエヂング氏 |
| 露國クリボエ、 ロック | 五八・五 | 七八・五 | 四・五六 | 〇・三三 | 〇・二二 | 〇・三三 | 〇・〇三 | 〇・〇三 | — | — | 獨逸鋼鐵雜誌 |
| 西班牙ルピラ、 | 五六・三 | 五二・五 | 三二・〇 | 一・二六 | 痕跡 | 二・二八 | — | — | — | — | 炭業雜誌 |

第二節 磁鐵礦

磁鐵礦

其化學成分は磁酸化鐵(Fe₂O₃)にして、最も多量の鐵分を含有する。普通採掘するものは、磷又硫黃等を含有すること少ない。古來有名なる良鐵を産出せる瑞典、又はウラル山地方では、専ら此の種の鐵石より、鐵を製鍊するものである。今日尙前記の二箇所は、最も有名なる産地である。其産出量は前項述べたる、

砂鐵

赤鐵礦に遠く及ばないけれど、尙瑞典に於て、無類の大鑛床のあることが知られて居る。其他北米合衆國、東部にも出づる。

我日本にては、此のものは最重要なる鑛石である。現に釜石鐵山にしても、又九州八幡製鐵所の原料を供給する、清國大冶鐵山でも、皆此磁鐵礦を採掘する。

其他我國中至る所に、無數の小鐵鑛床も見出されて居る。尙古來我山陰、山陽地方にて、製鐵業を盛に行ふて居る、其原料たる砂鐵も、畢竟磁鐵礦の細粒狀たるものである。我國では此の砂鐵に對して、間々普通の鐵鑛を、岩鐵と稱することがある。

此砂鐵なるものは、初め中國地方に多い火山岩、重に花崗岩中に、其成分の一として、包蓄して居らるゝものである。其岩石が風雨露の作用にて、崩壊せられ軟弱になると之を鐵鶴嘴等にて崩し、洗ひ流して、砂鐵を土砂より分離せしむるのである。砂鐵は重ひので、十分に分れて、之を土砂より精選することが出来る。

其砂鐵に色々種類があるが、中國地方では大別二つにして居る。即ち其砂鐵

の元である岩石の差別や、砂鐵自身の粒の大きさ、又は其酸化程度(條痕にて區別す)に據りて、一は眞砂と稱し、他は赤目と稱して居る。前者は大粒で、光澤黒く、鋼を造る原料である。後者は小粒で、赤味を帯び、銑鐵を造る材料として居る。又天然作用の爲に洗われて、河底に堆積したり、又は濱邊に打寄せて居る。海邊にあるを濱小鐵と稱して、中國でも歴史上最も初に利用されたものである。又砂鐵は我國東北地方の太平洋に面した所や、或は北海道室蘭灣の海邊に多いので、現に北海道炭礦汽船會社製鐵所で、之を重なる原料にすると云ふことである。

磁鐵礦の成分

| 品別 | 鐵 | 硅酸 | 礬土 | 石灰 | 苦土 | 滿俺 | 硫黃 | 磷 | 銅 | 酸化ニウチ | 分析結果出所 |
|-------|------|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|-------|--------|
| 中小坂鐵山 | 六二・六 | 七・八 | — | — | — | 〇・三四 | 〇・〇七 | 〇・〇六 | 〇・〇一 | — | 八幡製鐵所 |
| 釜石鐵山 | 六二・〇 | 五・二 | 〇・九 | 二・四 | 〇・二 | 〇・二七 | 〇・〇六 | 〇・〇五 | 〇・二七 | — | 八幡製鐵所 |
| 同(新山) | 六四・六 | 四・七 | 一・〇 | 二・〇 | — | — | 一・三 | 〇・〇三 | 〇・二六 | — | 釜石製鐵所 |

磁鐵礦の成分

| | | | | | | | | | | | |
|---------------|------|------|-----|-----|-----|------|------|------|------|-----|---------|
| 同(佐比内) | 四八・二 | 一四・五 | 三・五 | 二・八 | — | — | 〇・〇三 | 〇・〇四 | 痕跡 | — | 同 |
| 廣島縣砂鐵(銑押用) | 五八・八 | 九・〇 | 一・七 | 〇・八 | 〇・五 | 〇・〇六 | 〇・〇八 | 〇・〇三 | — | — | 佛國にて分析 |
| 伯耆低波爐(銑押用)小鐵 | 五八・〇 | 六・四 | 四・五 | 〇・九 | 〇・二 | 〇・〇八 | — | 〇・〇六 | — | — | 著者分析 |
| 同(小鐵) | 五八・四 | 五・〇 | 五・八 | 〇・四 | 〇・三 | 一・四 | — | 〇・〇三 | 〇・〇四 | — | 同 |
| 同(上り小鐵) | 六〇・七 | 四・六 | 四・〇 | 〇・七 | 〇・二 | 〇・九 | — | 〇・〇六 | — | — | 同 |
| 同(下り小鐵) | 六〇・六 | 七・三 | 四・七 | 〇・三 | 〇・五 | 〇・六 | — | 〇・〇五 | — | — | 同 |
| 室蘭灣砂鐵 | 五〇・ | 九・九 | 九・八 | 一・五 | 四・二 | 〇・四 | — | 〇・二六 | — | 九・〇 | 私報 |
| 大冶鐵山 | 六五・八 | 四・七 | 一・二 | 〇・九 | 〇・六 | 〇・二 | 痕跡 | 〇・〇四 | 〇・一八 | — | 八幡製鐵所 |
| 同 | 五八・五 | 三・五 | 一・五 | — | — | 〇・二 | 〇・〇五 | 〇・〇四 | 〇・〇五 | — | 八幡製鐵所 |
| 瑞典ターベ | 六三・七 | 六・八 | 一・三 | 〇・七 | 二・二 | 〇・二 | — | 〇・〇二 | — | — | レーデーブル氏 |
| 露國ウラル、ウキソカヤゴフ | 六三・〇 | 三・二 | 一・九 | 二・二 | 一・四 | 一・六 | — | 〇・〇二 | — | — | 獨逸鋼鐵雜誌 |

第三節 炭酸鐵礦

主要分は炭酸鐵である。之を二種に小別することが出来る。一は其質頗る純粹で、磷素、硫黃等を含むこと極めて少なく、又屢々多量の滿俺を含むのである。古來之を原料として、好で鋼を造つたもので、其產地たる、埃國スタイエルマルク、又獨逸國ジーゲランド等、何れも良鋼の產地として、有名である。日本に其產地極めて少ない。

二は不純鐵にして、粘土又は石炭を挾雜するもので、其粘土の多きものを粘土鐵礦と稱する。英國製鐵事業の根本を形成して居るもので、古來同國にては、中部諸州に於て採掘して居る。近年其東北部ミッドルズブロー附近にて、粘土鐵礦の採掘又は其製鍊業が盛に勃興し、從て同地が大英國製鐵業の中心點となつて居る位である。彼の我國に盛に輸入せらるゝ、クリーブランド銑鐵は、此原料から造つたものである。尙又同じ様な鑛石で、石炭を有するものは、ブラックバンント(黒帶)と稱せられ、古昔中央英蘭國に發見せられて、屈強の製鐵原料となつたのである。

炭酸鐵礦の成分

| 品別 | 鐵 | 硅酸 | 礬土 | 石灰 | 苦土 | 滿俺 | 硫黃 | 磷 | 炭酸 | 有機物 | 水分 | 分析結果 |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|-----|----------------------------|
| 埃國アイゼン エルツ生鐵 | 三八・四 | 四・〇 | 一・二五 | 五・九〇 | 四・〇〇 | 二・二 | 〇・〇八 | 〇・〇二 | 二七・六〇 | — | — | ドナウキツ製鐵所に於て千八百九十九年十一月の平均試料 |
| 同焙燒鐵 | 五〇・六 | 八・〇〇 | 一・六〇 | 六・二〇 | 四・二五 | 二・九 | 〇・七 | 〇・〇二 | 二六・〇 | — | — | 千八百九十九年ドエセルドール市博覽會出品 |
| 獨逸 ジューゲ ン、 ストウ ッゲ トフ ユテン | 三八・八 | 〇・三 | — | 〇・七〇 | 〇・五 | 九・〇〇 | 〇・〇三 | 痕跡 | — | — | — | 千八百九十九年ドエセルドール市博覽會出品 |
| 英國 ローム ア粘 土鐵 礦 | 二九・二 | 一七・七 | 六・七 | 二・七〇 | 二・二 | 一・〇 | 〇・〇五 | 〇・二七 | 二六・五 | 二・四〇 | 一・七 | 氏 |
| 英國 クリ ア ラ ン ド 粘 土 鐵 礦 | 二八・六 | 一〇・三 | 六・九 | 六・六 | 三・七 | 〇・七 | 〇・〇 | 〇・五 | 二二・〇 | — | — | 氏 |
| 英國 セル ト ン 粘 土 鐵 礦 | 三六・二 | 一・九 | 一・三 | 二・四 | 一・九 | 一・九 | 〇・八 | 〇・二九 | 三〇・七 | 一〇・四 | 一・四 | 氏 |
| 黒帶 鐵 礦 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 氏 |

第四節 褐鐵礦

水分を有する酸化鐵である。之を二つに小別する。一は其質純良にして、炭酸鐵、黃鐵礦、又は磁鐵礦の變生に因り生成せるものである。其鐵分も多量に、且つ磷分等を含むこと極めて少ない、好良の鑛石である。西班牙の北部に産するものは、世界に於て有名なるものである。日本にても美作柵原、肥前川

棚に産し、現に製鐵所にて之を製鍊して居る。殊に近年朝鮮國殷栗、戴寧に大鑛床のあることが知れ、其質も純良なるものであるから、我國にては大切な原料である。二は其質不純なるものである。合鐵水溶液より、單獨に或は有機物の働により、沈澱せる場合もあるし、又不純鐵鑛石の變生に因り出來た場合もある。其含鐵品位もよからず、且つ屢々多量の磷分を含んで居る。此等の原因から、昔時は弘く之を利用するに至らざりしものである。然るに鹽基性製鋼法發明され、是が利用法の途開けし爲めに、此鑛石は盛に採掘せらるゝ様になつた。

獨逸、佛蘭西の國境に存在せる、ミネツテ鐵鑛石は最も盛なるものと云わねばならぬ。當時其採掘額世界第二に位するが、尙包藏せる鑛量に就きて見ると、世界無比の鑛床と認められて居る。現今でも、此のものは獨佛、白三ヶ國製鐵事業の根本を形つて居るのである。其他、北歐海岸に近き沼地に産するものがある。我石狩、下流沿岸其他に於ても、其少量を産する。

褐鐵鑛の成分

褐鐵鑛の成分

| 品別 | 鐵 | 硅酸 | 礬土 | 石灰 | 苦土 | 滿俺 | 硫黃 | 磷 | 銅 | 水分 | 分析結果出所 |
|----------------------|-------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|-------|-------------------|
| 美作柵原 | 五〇・三四 | 一三・七三 | 〇・八〇 | 〇・一八 | 〇・〇六 | 〇・〇二 | 一・〇五 | 〇・〇四 | 痕跡 | 九・八一 | 外に重土一六あり 八幡製鐵所 |
| 肥前川棚 | 四三・二四 | 一九・八一 | 六・三三 | 〇・二三 | 〇・〇四 | 〇・〇四 | 〇・〇四 | 〇・〇四 | 痕跡 | 二・四〇 | 八幡製鐵所 |
| 同 彼杵 | 三六・四四 | 三九・八三 | 二・二六 | 〇・五三 | 〇・一五 | 〇・〇三 | 〇・〇二 | 〇・〇七 | 痕跡 | 九・六 | 八幡製鐵所 |
| 北海道虻田 | 五六・五六 | 二・一〇 | 二・七〇 | 〇・七三 | 〇・二三 | 〇・〇四 | 〇・八五 | 〇・〇四 | 痕跡 | 二・三五 | 八幡製鐵所 |
| 石狩沼鐵鑛 | 四八・七六 | 三・三五 | 一九・二 | 〇・七七 | 〇・四八 | — | 〇・三六 | 〇・二 | — | — | 瀬尾氏 |
| 韓國殷栗 | 五四・一八 | 六・六六 | 〇・九二 | 〇・〇三 | 〇・一九 | 二・〇四 | 〇・〇三 | 〇・二〇 | 痕跡 | 二・八九 | 八幡製鐵所 |
| 韓國載寧 | 五四・九 | 九・八四 | 四・七〇 | 二・〇四 | 〇・二七 | 〇・六九 | 〇・〇四九 | 〇・〇一 | 〇・〇一 | — | 外に重土二あり 八幡製鐵所 |
| 西班牙ピル バラ | 五四・八〇 | 八・八〇 | 一・二五 | 〇・五〇 | 〇・〇二 | 〇・五七 | 〇・〇四 | 〇・〇二 | — | 二・〇五五 | 獨逸鋼鐵雜誌 |
| 獨逸ミネツテ鐵 (ステアグラド坑) | 二三・三二 | 四・五二 | 四・七二 | 二・九三 | 〇・八五 | 〇・四二 | — | 〇・六六 | — | — | 工科大学鐵 冶金實驗室 |
| 同上(赤色 のもの) | 三四・四八 | 二三・五五 | 五・七五 | 二・〇〇 | 一・二〇 | 〇・五〇 | 〇・二〇 | 〇・二七 | — | 二・八六〇 | ウエヂング氏 |

第五節 鐵滓、鑛滓、及其他の製鐵原料

種々の冶金方法にて得た副産物なる鐵滓又は鑛滓が多量の鐵分を含有する場合には、之を利用して悉く製鐵原料とすることがある。
 例令ば各種の鍊鋼及鍊鐵製造法の鐵滓は、本邦に於ても、山陰山陽地方に古來より遺棄して顧みざるものがある。是は鐵分を含むこと多いもので、一時廣島縣下に於て之より銑鐵を製造して居た。又清國大冶鐵山附近には、古代(唐と稱す)に盛に行はれた製鐵法の鐵滓が大堆積をなして居るものを發見した。誠に好箇の製鐵原料である。又別子銅山にて採掘する銅鑛の如きは、多量の鐵分を有するものであるが、今之より銅分、硫黄分を抽採する、濕式收銅法の鑛滓を利用することが出来る。其状態細粒にして、取扱ひ困難なるに係らず、今日歐羅巴に於ては之を應用することを勉めて居る。

鐵滓及鑛滓の成分

| 品別 | 鐵 | 硅酸 | 礬土 | 石灰 | 苦土 | 滿俺 | 硫黄 | 磷 | 銅 | 酸化 | 分析結果の出所 |
|---------------|-------|------|-------|------|------|------|----|------|---|------|---------|
| 銑押上り鐵滓、伯耆國砥波爐 | 三〇・三〇 | 三・三〇 | 一〇・四二 | 二・九五 | 〇・六〇 | 一・二九 | — | 〇・九三 | — | 八・八五 | 著者分析 |

第六節 鐵鑛石の價值

鐵鑛石を發見したる時、之を採掘して十分價值のあるものであるや、否やを定むべき條件は、種々あるのである。勿論採掘し製鍊し得べき鑛石量の多少、又産出地よりの運搬、其他總て仕事上の便、不便を先づ考へねばならぬ。

| | | | | | | | | | | | |
|-----------------|-------|-------|-------|------|------|------|-------|-------|------|------|-----------------------------|
| 同下り鐵滓 | 三九七・二 | 二四四・五 | 一一〇・二 | 一六八 | 〇・五二 | 一・六 | — | 〇・〇六八 | — | 二・〇四 | 同 |
| 銑押鐵滓(廣島縣) | 三三・一〇 | 二四六・〇 | 七〇〇 | 二八〇 | 一・六〇 | 一・九 | 〇・〇二 | 〇・一〇五 | — | 二・〇〇 | 廣島鐵山 |
| 包丁鐵製造法の鐵滓(廣島縣) | 六五・六六 | 二二九・七 | — | 一七〇 | — | — | — | — | — | — | 廣島鐵山 |
| 刀鍛鍊中の鐵滓 | 五六・〇九 | — | — | — | — | — | — | 〇・〇六六 | — | — | 著者分析 |
| 清國大冶鐵山古代鐵滓 | 五五・二三 | 二〇七・六 | 三・三四 | 一・二六 | 〇・四三 | 一・〇二 | 〇・〇四二 | 〇・二八三 | 〇・四八 | — | 外に炭素〇・一七%あり八幡製鐵所 |
| 木炭鐵製造法下り鐵滓(平均) | 六〇・ | 二二・ | — | — | — | — | — | — | — | — | レーデーブル氏 |
| パッドル鐵製造法下り鐵滓 | 六〇・五二 | 一五七・九 | — | — | — | 二・二八 | — | 〇・七五 | — | — | 英國に於ける例 |
| 銅鑛滓(獨逸國にて用ゐるもの) | 六五・八〇 | 一六六 | — | — | 〇・二〇 | 痕跡 | 痕跡 | 〇・六七 | 〇・〇二 | 〇・〇三 | レーデーブル氏外に少量の鉛、亜鉛、アンチモン、砒素あり |

鐵石の組

次に採掘し、製鍊すべき鐵石、自身の塊の大きさ如何を考へなければならぬ。其は餘り碎け易いものであると、運搬中に小さな粉になる。又は初めから砂鐵や、濕式收銅法の鑛滓の如き、細粒状のものは、後に銑鐵を造る爲め、熔鑛爐に與へて頗る困難を感ずるのである。或は又褐鐵鑛の或種になると、爐内にて始めて粉となるものがある。是も不都合を感ずるのである。此等は近時團鑛として固めて塊状となして、應用する途も開けたけれど、尙困難を伴ふものであるから、其の元の鑛石の大小如何は其價値を定むる上に、重大の關係がある。尙鑛石自身の組織の如何が大切である。元來熔鑛爐内で、鑛石が還元せらるゝは、瓦斯の爲め働を受けるのである。今其組織が粗粒で、瓦斯の進入し易きものは、還元し鎔鍊し易いので、良好なるものである。之に反して其質堅緻密接なるものは、還元され難いのである。此等は寧ろ其鑛石の種類に因るので、褐鐵鑛や焙燒後の炭酸鐵鑛は、最も還元され易きもので、赤鐵鑛は之に次ぐも、磁鐵鑛になると其質最も還元され難い、最後のものは尙一次酸化鐵を有する爲め、時ならぬ前に熔融することがある。従て最も取扱ひ困難なる鑛石であ

鐵石の成分

る。此等の理由より、後に焙燒等の手數を経て、多少の加減をする次第である。最後に最も大切なることは、鑛石の化學成分である。前に一寸鐵鑛石が含有しなければならぬ、最低量の鐵分を上げて、其他に種々の元素を含むことを述べたが、此等の含有物の如何は、最も鐵鑛石の價値を定むるに、重大なるものである。前に述べた通り、最も普通存在するものゝ中で、硅酸、石灰、苦土、礬土、チタニウム酸等は、他日熔鑛爐内に於て重に鑛滓と成つて、銑と分離するものである。最も硅酸の内より硅素、チタニウム酸の内より金屬チタニウムは、還元せられて銑鐵中に入るものであるが、其割合少ない。鐵鑛石中に此等の挾雜物、即ち鐵滓に行くべきもの（殊に硅酸の多いのは、一方では鐵分の含有割合を少なくするし、他方では多量の燃料を要する爲め、之を製鍊することが不廉である。従て成るべく、其の少なきをよしとする。滿俺分は一部銑鐵中に行きて、其鐵質を好良ならしむるものである。目的とする銑鐵の種類に應じて、其加減は必要であるが、常に利益とすべき含有物である。硫黄、砒素は一部分銑鐵中に行きて、之に害を與ふるもので、頗る嫌惡すべきも

鐵礦石中
の燐分

のである。彼の黄鐵鑛は鐵分を五割以上、又砒硫鐵鑛は同じく三割四分も含有して居るに係わらず、前者は多量の硫黄分を、後者は尙其上に多量の砒素を有する爲めに、鐵鑛として應用することが出来ぬものである。最も考を廻さねばならぬは、其含有燐分である。今日一般に行ふて居る製造法では、含燐鐵石中より燐分を除去して燐分の少ない銑鐵を造ることは不可能である。前に赤鐵鑛の時に述べた様に、此のものゝ多少で、鐵石の種類を二大別する位である。即ち其含有鐵分に對して、含燐量約〇・一%を境として、含燐鐵鑛と無燐鐵鑛とに分ける。殊に無燐のものは酸性製鋼法に處すべき銑鐵や、又は特殊の鑄造用銑鐵を造るときは原料とする。含燐鐵鑛は鹽基性製鋼法の原料、又は普通鑄造用銑鐵の原料となる。即ち燐分の多少で、如何なる製鋼法を施すべきや、又は如何なる種類の銑鐵を造るべきやの、第一の考をづけねばならぬ次第である。故に最も注意を要する。

我國にては無燐鐵鑛に屬すべきものは、中國殊に伯耆、出雲、石見の東部に産出する眞砂小鐵や、韓國又清國大冶鐵山よりの一部精選せる鐵石である。是が

製鐵所
鐵石購買
手續

中國の鋼や鐵を、吳海軍工廠で使用する理由であり、又大冶鐵山の鐵石を、八幡製鐵所で大切なる原料とする理由の一つである。其他釜石鐵鑛にしても、北海道沿岸の砂鐵にしても、何れも含燐鐵鑛に屬すものである。

我八幡製鐵所では、専ら酸性ベセマー法の爲めに、燐分の少ないものを要するので、鐵鑛を買入る規則も此の點に注意してある。今同所の發表せる、鐵石購買手續を全部挙げ、参考に供する。

第一條 當所に於て豫約購買すべき。鐵鑛は、左の三種にして、一ヶ年間の豫約高、一千噸以上、一回の送量、百噸以上にあらざれば、購入せず。又鑛質は、第六條七條に示すが如き成分にして、其含有物の最高低額、以外に出するもの、及其他有害物と認めたるものを、多量に含有するときは購入せず。

一、磁鐵鑛。

二、赤鐵鑛(雲母鐵鑛をも含む)。

三、褐鐵鑛。

第二條 鐵石購買の豫約を望むものは、毎年回送の度數、毎回の數量、及産地を

記入したる申込書と共に平均見本として、鑛石六噸を製鐵所へ送るべし。
 但し見本鑛石は無代價たるべし、又製鐵所迄の運賃及び倉入に係る費用
 等總て申込人の負擔とす。

第三條 鑛石は假受の際、分析試料を採り、之れを三分して、其の一は製鐵所分
 析所へ送り、之を分析し、其結果により代價を計算し。又其の一は後日の證
 據として、保存し。又其の一は申込人の要求に應じ、之れを渡すべし。

第四條 總て鑛石は、分析の結果に依り、水分を控除し、乾量を以て購買の量と
 す。

第五條 鑛石を回送したるときは、送狀に照し重量及び大小を檢查し、分析試
 料を採集の上、假領收證を交付すべし。前項檢查の際は、鑛主又は其代理人
 をして立會はしむべし。若し立會はざるときは、檢查に對し不服の申立て
 を許さず。

第六條 鑛石中含有物標準量、及び購買價格を定むる事、左の如し。
 標準鐵鑛含有物の割合。

| | | | | |
|----|-----------|------|--------|-------|
| 鐵 | 鑛石 | 磁鐵鑛 | 百分中六十五 | (六五%) |
| | 赤鐵鑛 | 同 | 六十 | (六〇%) |
| | 褐鐵鑛 | 同 | 五十 | (五〇%) |
| 滿俺 | 同 | | 百分中五 | (〇五%) |
| 硅酸 | 同 | | 百分中十 | (一〇%) |
| 硫黃 | 同 | | 百分中一 | (〇一%) |
| 磷 | 鑛石中含有鐵萬分中 | 五 | (〇〇五%) | |
| 銅 | 同 | 百分中四 | (〇四%) | |

標準鐵鑛、一噸(二六六六七貫)に付き六〇〇圓乃至六五〇圓

第七條 含有物の多少に依り、割増及び割引の率を定むること、左の如し。

鐵、標準量以上、含有高百分の一を増す毎に、每噸價格金拾錢を増し、百
 分の一を減すること、毎噸價格金拾錢を減す。但し磁鐵鑛及び赤
 鐵鑛の二種は、鑛石百分中含有鐵五十以上、褐鐵鑛百分中四十以上に
 あらざれば購入せず。

滿俺、標準量以上、含有高百分の五を増す毎に、毎噸價格金拾錢を増す。硅酸、標準量以上、含有高百分の一を増す毎に、毎噸價格金五錢を減す。百分の二十以上は購入せず。

硫黃、標準量以上、含有高百分の一を増す毎に、毎噸價格金五錢を減す。百分の十以上は購入せず。

磷、標準量以上、含有高百分の一を増す毎に、毎噸價格金拾錢を減じ、又萬分の一を減する毎に、毎噸價格金拾錢を増す。萬分の二十五以上は購入せず。

銅、標準量百分の四以上は購入せず。

第八條、第七條に依り計算の結果、一噸の價格六圓以下となる場合に於ても、磁鐵鑛及赤鐵鑛の二種にして、鑛石百分中含有鐵量百分の五十五以上、褐鐵鑛にして、百分中四十五以上なるときは、特に最低價格を六圓として購入す。又磁鐵鑛及赤鐵鑛にして、鑛石百分中含有鐵量、五十五以下、褐鐵鑛にして百分中四十五以下のものにおいて、前項の價格に對し含有鐵百分の一を減

世界に於ける鐵鑛石採掘額

する毎に、毎噸價格金拾錢を減す。但し第七條によりて計算せし價格と比較し、差違あるときは、其の高き方に從て購入す。

第九條、鑛塊の大きさは、徑最大約六寸より、最小約一寸迄たるべし。

第十條、鑛石は賣主に於て、製鐵所の海岸迄運搬すべし。同所に於ける荷揚は、製鐵所の負擔とす。

第十一條、本手續に依り購入せざる鑛石と雖も、製鐵所の都合に依り、特に其價格を定めて購入することあるべし。

終りに明治四十二年中世界に於ける鐵鑛石採掘額を擧げる。

| | |
|-------------|-------------|
| 北米合衆國 | 五三、八八二、四一五噸 |
| 獨逸國とルクセンブルヒ | 二七、五〇〇、〇〇〇 |
| 大英國 | 一五、四五〇、〇〇〇 |
| 佛蘭西 | 一二、三二五、〇〇〇 |
| 西班牙 | 九、三八四、六三四 |
| 露西亞 | 六、五五〇、〇〇〇 |

| | |
|----------------|-----------|
| 瑞典と諸威 | 四、〇五三、七二五 |
| 埃太利と匈牙利(明治四十年) | 四、三八〇、〇〇〇 |
| ニウ、フワウンドランド | 一、一〇〇、〇〇〇 |
| キウバ | 六八一、三九三 |
| アルゲリア | 九〇八、二五一 |
| 希臘 | 七六八、八六三 |
| 伊太利 | 五一七、九五二 |
| 白耳義 | 三一六、二五〇 |
| 加奈陀 | 二四三、二九一 |
| 支那 | 二五〇、〇〇〇 |
| 印度 | 一〇二、一二〇 |
| 日本 | 一〇〇、〇〇〇 |
| 埃太利亞 | 一一、一八四 |
| 葡萄牙 | 三、二〇〇 |

合計

(明治四十二年)

一三〇、二九五、七七四

第七節 鐵鑛石の焙燒法

鐵鑛石の焙燒法

鐵鑛石は鐵山に於て採掘せられ、製鐵所に運搬せられた上に、多くは直接製鉄熔鑛爐に投入せらるべきものである。他の金屬鑛石類を取扱ふ際に行ふ様な、複雑なる選鑛等は、普通に用ゐない。何分鐵の價廉なる爲め、其煩勞に償はざるものである。併し間々磁力選鑛器を用ゐて、鑛石中の鐵分量を高めたり、或は稀に機械選鑛法を行ふこともある。而して鑛石中炭酸鐵鑛の總てや、又は時として、或る種の磁鐵鑛には焙燒法を行ふて居る。

今炭酸鐵鑛なりとせば、鐵鑛中の炭酸瓦斯を驅逐し、又は其含有酸素分を増し、兼ねて鑛石自身の組織を粗にせんが爲めに、之を焙燒する。其際重量の略三十%を減少するものである。

磁鐵鑛をも時として、焙燒するもので、其目的は、有害物なる含有硫黃分を除去し、酸化鐵中の酸素を増し、尙其組織を粗にせん爲めである。其焙燒に際して

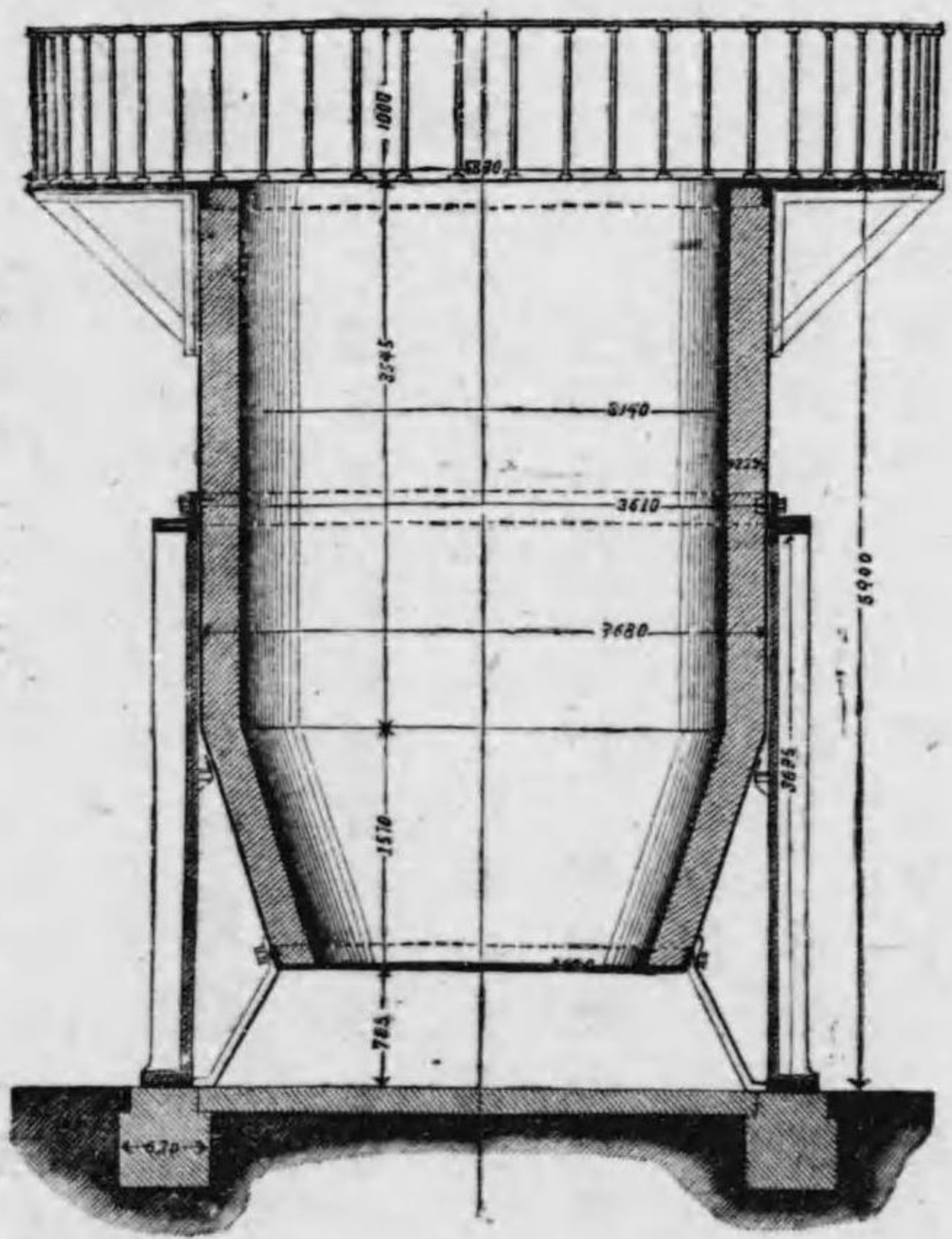
は、最も高熱を要し、殆んど熔融し始むるに至らしめ、空氣を十分に與ふる、必要がある。

其の用ふべき燒鑛爐は方形圓筒形、或は圓錐形を爲し、其の小なるものにはありては容積僅に十七立方米に過ぎないが、大なるものは四百五十立方米に達して居る。其の爐壁は耐火煉瓦より成り、其外廓に鐵板を回せるものである。

現に本邦釜石鐵山に於て使用せるものを舉れば、第三圖に示す如きもので、之をシレシア式燒鑛爐と稱する。爐を操業せんには、先づ其底部に點火し、後爐内に燃料と生鑛石

シレシア式燒鑛爐

第三圖
シレシア式燒鑛爐



を交互に與ふるのである。燃料は爐の腹部にありて盛に燃燒し、此處で鑛石は十分焙燒さるゝことが出來て段々と下り、終に爐底より取り出さるゝのである。其の操作は頗る簡易であつて、間斷なく仕事を繼續することが出来る。燃料は石炭、骸炭、木炭等凡て該工場に於て、排棄すべき粉狀なるものを、鑛石に對して5%位用ふる。爐の工程は爐の大小、鑛石の性質により差あるも、爐の内容容一立方米に對して、一晝夜〇・五乃至三噸の鑛石を處理する。或は燃料として瓦斯を用ふる燒鑛爐がある。始め瑞典にて用ゐられた、重に其製銑熔鑛爐よりの排出瓦斯を利用して、爐の内容容一立方米に對し、一晝夜に一三噸の鑛石を焙燒すと傳へらる。

第八節 團鑛法

鑛に第六節に鑛石の價值を論せし時述べた通り、粉狀鐵鑛又は、粉粒となり易きものは、何れも、銑鐵を造る場合に、熔鑛爐内に於て不都合を感ずるのである。斯るものは爐内にて、不平均に落下するのみならず、送風の進入、昇騰を妨ぐる

團鑛法

のである。今日此等粉鑛は塊鑛に混加して用ふるも其の與へ得るものゝ割合は能く全裝入物の一割を越ゆべからざるものである。従て此粉鑛を淨山用ゐる必要ある場合には之を固めて塊狀即ち團鑛を作るのである。是は餘程困難なる問題で今日尙十分なる解決を見ぬのである。

其の内の一つの法は之に石灰と硅石とを混して約一晝夜高熱蒸氣に曝すのである。團鑛法が進歩したなら砂鐵の完全なる利用法を得る次第である。

第三章 滿俺鑛石と媒熔劑

滿俺鑛は屢々製銑熔鑛爐に裝入せらるゝものである。其は前に陳た通り滿俺は銑鐵の成分として必要なるものである。殊に硫黃の多き場合や或は鋼の原料とすべき銑鐵を造る時最も其存在を必要とする。若し鐵鑛石に滿俺少なければ殊更滿俺鑛を加ふるのである。

滿俺鑛石は大概五十%の滿俺を有するもので而して燐硫黃を多く含まぬものを好むのである。今重要なる滿俺鑛の成分を擧げる。

滿俺鑛及其成分

| 品 別 | 滿 俺 | 硅 酸 | 燐 | 分析結果出所 |
|---------------|--------|------|-----------|--------|
| 豐後産(八幡製鐵所用) | 四九・二〇 | 六・八〇 | 〇・五一 | 八幡製鐵所 |
| 北海道瀨棚(釜石製鐵所用) | 五〇・二二 | 六・二五 | — | 釜石製鐵所 |
| 露國コーカサス産 | 五〇乃至五五 | — | 〇・一乃至〇・一五 | 獨逸鋼鐵雜誌 |
| 印度産 | 五一・四三 | 九・五二 | 〇・〇九 | 同 |

現に入幡製鐵所に於ては製造すべき銑鐵に滿俺を與ふる爲め滿俺鑛石を購買して其熔鑛爐に裝入して居る。今同所に於ける滿俺鑛石の購買手續を擧げ参考に供する。

製鐵所滿俺鑛石購買規則

第一條、當所に於て豫約購買すべき滿俺鑛は、一ケ年の豫約高五百噸以上、一回の送量五十噸以上にあらざれば購入せず。又鑛質は第六、七の各條に示すが如き成分にして其含有物の最高低額以外に出るもの及其他有害と認めたるものを多量に含有するときは購入せず。

第二條、鑛石購買の豫約を望むものは、毎年回送度數、毎回の數量、產地、及價格

を記入したる申込書と共に見本として鑛石一噸を製鐵所に送るべし。

但見本鑛石は無代價たるべし、又製鐵所迄の運賃及倉入に係る費用等、總て申込人の負擔とす。

第三條、鑛石は假受の際分析試料を採り、之れを三分して、其の一は製鐵所分析所へ送り、之を分析し其結果に依り代價を計算し、又其一は後日の證據として保存し、又其の一は申込人の要求に依り之を渡すべし。

第四條、總て鑛石は分析の結果に依り、水分を控除し乾量を以て購買の量とす。

第五條、鑛石を回送したるときは、送狀に照し重量を検査し、分析試料を採集の上、假領收書を交付すべし。

前項検査の際は、鑛主又は其代理人をして立會はしむべし、若し立會はざるときは、検査に對し不服の申立てを許さず。

第六條、鑛石中含有物標準量を定むること左の如し。

標準滿俺鑛含有物の割合

| | |
|-----------|-------------|
| 滿俺 鑛石 | 百分中五十 (五〇%) |
| 鐵 同 | 五 (五%) |
| 硅酸 同 | 五 (五%) |
| 硫黃 同 | 百分中一 (〇・一%) |
| 磷 鑛石中含有滿俺 | 百分中二 (〇・二%) |
| 銅 同 | 同 (〇・二%) |

第七條、含有物の多少に依り、割増及び割引の率を定むること左の如し。

滿俺 標準量以上、含有高百分中一を増減する毎に、毎噸價格百分の一を増減す。

鐵 標準量以上、含有高百分の一を増す毎に、毎噸價格金拾錢を増す。

硅酸 標準量以上、含有高百分の一を増す毎に、毎噸價格金拾五錢を減す、百分の十五以上は購入せず。

硫黃 標準量以上、含有高多きときは、毎噸價格金二十五錢を減じ、且百分の一を増す毎に、毎噸價格金五錢を減す、百分の五以上は購入せず。

磷、標準量以上、含有高千分の一を増す毎に、毎噸價格金拾錢を減す、又千分の一を減する毎に、毎噸價格金拾錢を増す、千分の五以上は購入せず。

銅、標準量千分の二以上は購入せず

第八條、鑛石は賣上人に於て製鐵所海岸迄運搬すべし、同所に於ける荷揚は、製鐵所の負擔とす。

又世界に於ける明治四十年の滿俺鑛石の採掘額は左の通りである。

| | |
|------|---------|
| 露西亞 | 九二七、九一七 |
| 英領印度 | 六五二、三六五 |
| ブラヂル | 二三二、九七三 |
| 獨逸 | 七四、六八三 |
| 西班牙 | 四一、五〇四 |
| 日本 | 二〇、五八六 |

煤熔劑は鐵鑛石を以て製鐵を行ふに際し、附加すべきものである。鑛石中鐵

世界に於ける滿俺鑛石の採掘額

煤熔劑

分以外の挾雜物等、及び加へたる燃料内の灰分等は、其れ自身にては如何なる高熱に遇ひても、容易に熔融せざるものが普通である。故に冶金家は之に適當の煤熔劑を加へて、可燃性のものを形成するのである。所謂鑛滓を造りて、之を鐵より分離せしむるのである。

多くの場合、此等裝入物に挾雜せらるゝものは、硅酸等の酸性物であるから、煤熔劑は、鹽基性なる石灰石、又稀に白雲石を用ゐる。之に反し特殊の鑛石を處理するに木炭を用ゐる場合稀に、酸性岩石即ち花崗岩、硅岩等を用ゐる。此等石灰石は出來る丈純粹にして、硅石其他を含まぬものをよしとするも、尙其組織は堅緻なるを好む。採掘場にて之を掘り出し、簡單に二、三寸大に割り、別に焙燒其他の方法を採らず、直に爐内に裝入するのである。其の有する化學成分の實例は、後に爐材の部に擧げてある。

第四章 燃料

製鐵業をなすには、常に高熱を要する。是は燃料の燃焼にて、其目的を達する

燃料

のである。如何なるものにも、熱を出すものなら之を燃料と名付くること出来るも、普通は炭素を含むものを云ふのである。
 燃料を其状態より、三つに分つことが出来る。即ち一は固態のもの、二は流動態のもの、三は瓦斯態のものである。

第一節 樹木、石炭、及骸炭

此等は何れも固態燃料に属するものである。其成分は重に炭素より成り、其他水素、酸素、窒素を有し、尙灰分を有して居る。併し樹木又は石炭の種類により、色々其成分割合が異なる爲め、自ら應用の途も色々である。今一括して、其平均成分を左に擧げる。但し灰分や水分を取去りたものにつきて、各々百分率にせしものである。

| 品別 | 炭素 | 水素 | 酸素(外に少量の窒素) | 水 | 獨立 | 比重 |
|----|----|----|-------------|---|------|----|
| 樹木 | 四四 | 六 | 五〇 | 一 | 〇・三五 | |

樹木、石炭及骸炭

| 品別 | 炭石 | | | | | 褐炭 | 泥炭 |
|-------------|---------|------|------|------|------|------|------|
| | 無煙炭 | 乾炭 | 骸炭用炭 | 瓦斯炭 | 有煙炭 | | |
| 炭素 | 九五 | 九〇 | 八五 | 八〇 | 七七 | 六五 | 六〇 |
| 水素 | 二 | 四 | 五 | 六 | 六 | 七 | 六 |
| 酸素(外に少量の窒素) | 三 | 六 | 一〇 | 一四 | 一七 | 二八 | 三四 |
| 水 | 一・五—二・〇 | 三 | 四 | 四 | 四 | 三 | 二 |
| 比重 | 一・五〇 | 一・四〇 | 一・三五 | 一・三〇 | 一・二五 | 一・〇〇 | 〇・六〇 |

以上の表中樹木は、製鐵上極めて稀に用ゐらるゝもの、有煙炭や、瓦斯炭は蒸汽罐の下に焚いたり、可鍛鐵を鍛鍊する際に之を加熱する爲めに燃焼し、或は之より先づ瓦斯燃料を造りて、製鋼法に用ゐるのである。骸炭用石炭は骸炭を造りて、弘く銑鐵製造用、又は鑄物工場に用ゐる。又無煙炭は稀に銑鐵製造用に供せらるゝことがある。

此等は何れも天然のまゝであるが、尙此等を乾溜して其の揮發瓦斯分を驅逐

せしめ、残留固形物を冶金上殊に用ふる場所が多い、即ち樹木を乾溜して木炭を得、又骸炭用石炭を同じ様にして骸炭を得て、銑鐵製造用熔鑛爐の最も大切なる原料とする。

骸炭を造る方法は、耐火煉瓦より成る長方形の爐に、石炭を入れて十分之を密閉し、其外部より熱するのである。其際其石炭自身より輝發する瓦斯を利用し、之を燃料とする。最も新式の方法であると、尙骸炭の外にコールタール、アンモニア、ベンゾール等を副産物として、抽採して居る。

扱て銑鐵を製造するに當り、生の燃料を用ゐずして、木炭又は骸炭を用ゐる理由を述べよう。其の用ふべき爐の高さ大なるを以て、生の燃料殊に石炭は粉狀となるし、或る種の石炭に至りては、團塊を形成して爐内部に蟠る爲めに、送風の通路を塞ぐのである。或は爐内にありて、漸次熱を受け其容量が變じて、爐内装入物の状態に不平均を起す。斯る次第で、生の燃料を用ゐることが出來ぬのである。故に無煙炭の如き、輝發分の含有量少なるものは、稀に其儘之を利用することがある。

右の内、木炭は昔時唯一の燃料であつた、不純物即ち硫黃、燐等の含有少なく、且つ之を用ゐたる爐は、其内部が比較的低温である故に、銑鐵に炭素以外の元素が還元加入すること少ない、木炭を以て熔製したる木炭銑鐵は、特別に純粹なりと云ふ名聲を博して居る。古來瑞典鐵の有名なるは、全く良鑛石を取扱ふに、木炭を以てせる爲めと云ふて宜い。

併し木炭の供給は餘り豊富でない。現今全世界に於て、年々産出する銑鐵を造らんに、悉く木炭を用ゐたりとせば、世界に於ける森林は、忽ちに伐採し盡される次第である。殊に英國に至りては、既に三百年前に、其の困難を認め、法を設けて製鐵所の數を制限せし程である。始めダドレー氏や其後百年を経、エー、ダービー氏等は、骸炭を用ゐて製鐵をなすことを創め、今日製鐵事業の基を爲した。

今銑鐵を造らんとせば、其の一噸に對し少くも一・五噸の石炭を要するものであるから、石炭地方に製鐵業の勃興するは數の免るべからざる所である。今時英國のドゥルハム地方、米のピッツバURG、獨のウエストハリヤ地方が、該諸國製

鐵業の中心點なるは、全く其の良骸炭を得る所以に外ならざるのである。良好なる骸炭は、堅固緻密にして光澤を有し、灰分も十%、硫黄の含有も少くなく一%迄である。

熔鑪用
骸炭

骸炭中灰分の多いものは、丁度鐵鑛石中鐵分の少ないものと等しく、徒に取扱ふべき物の分量を増すのみである。又硫黄分も害のあることは既に明かである。其實質の堅牢なるを要するのは、是は丁度鐵鑛石の粉状態のものを嫌ふと同じ様な理由に據る。即ち其質の軟弱なるものは、製銑熔鑪に装入する爲め、色々運搬又は投下する際や、又は爐内に於て直に粉末となる。尙其上に質緻密ならず、内部に空虚の多いものは、該爐の底部に達せぬ前に、徒に瓦斯の爲めに燃焼されて、無益に損亡する。故に外國にては、此の目的に供すべき骸炭につきては、其空虚の割合、又は壓力に對する抵抗力を、是非考に入れるのである。

今獨逸國、白耳義、佛國、英國等にては、製銑鐵熔鑪爐用として、十分役に立つ骸炭を、左の通りのものとして定めて居る。

- 一、 一% 硫黄分
- 二、 〇・〇一八% 磷分
- 三、 四% 水分
- 四、 九% 灰分

最高限。

- 五、 受入場所に於て粉狀骸炭量六%
- 六、 空虚孔の割合、四〇乃至五〇% (但し鑄造用としては二五乃至四〇%)
- 七、 抗壓力、每平方糎につきて八〇珎。
- 八、 攝氏百度に乾燥せし、一立方糎の骸炭重量八〇〇乃至九〇〇珎。

斯く嚴重に規定する位に骸炭其のものを、製鐵事業全體の最要素とする、是に依りて該事業の難易が、決定する位である。是は其原料とすべき、石炭の良否に依るのであるが、我國にありては、憾くは良質の骸炭を得る能はず、其質粗にして、硫黄も亦多く、又灰分も夥しい、此事實が本邦製鐵事業の困難なる、一原因なりと云ふことが出来る。

今木炭と、我邦骸炭の成分を擧げ参考に供する。

| 品別 | 灰分 | 固形炭素 | 揮發物 | 硫黃 | 磷 | 發熱量 カロリー | 分析結果出所 |
|-----------|------|------|-----|------|------|-------------|-------------|
| 木炭 上等品 平均 | 三 | 八四 | 九 | — | — | — | 八幡製鐵所 |
| 骸炭 | 一六〇〇 | 七六二 | 二〇 | 〇・六〇 | 〇・〇三 | — | 八幡製鐵所 |
| | | | | | | | 東京勸業博覽會審查報告 |
| 古河鑛業會社 | 八六五 | — | — | 〇・四三 | 〇・二四 | 七〇四 | — |
| 同 | 八七八 | — | — | 〇・五五 | 〇・五〇 | 六九五 | 同 |
| 大阪舍密會社 | — | — | — | — | — | — | — |
| 同 | — | — | — | — | — | — | — |
| 釜石田中製鐵所 | 三三六 | — | — | 〇・五四 | 〇・二四 | 六九二 | 同 |
| 同 | — | — | — | — | — | — | — |
| 同 | 二〇四七 | — | — | 〇・六〇 | 〇・一九 | 五九八 | 同 |
| 同 | — | — | — | — | — | — | — |
| 北海道炭礦汽船會社 | 一三二四 | — | — | 〇・四八 | 〇・三〇 | 六八八 | 同 |
| 同 | — | — | — | — | — | — | — |
| 三井鑛山會社 | 一六八二 | — | — | 三・二七 | 〇・〇三 | 六五四 | 同 |
| 同 | — | — | — | — | — | — | — |
| 古川榮三郎 | 一四四九 | — | — | 一・二九 | 〇・〇三 | 六八三 | 同 |

第二節 石油と瓦斯

石油は液態燃料に屬するものである。鍛鍊用に供することもあり、又稀に製

鋼爐に用ゆることもある。

瓦斯態燃料なる瓦斯は、天然に發生することもある、米國ピッツバURGで之を製鋼爐に用ゆる、近年は逐次其量を減少した。又製銑熔鑛爐より排出する瓦斯も、近來大に利用せらるゝことは後に説明する。

石炭より先づ瓦斯を造りて、之を燃料とする方法は、色々種類がある。製鐵業に最も大切なるものは、瓦斯發生爐を用ゐ、石炭を空氣にて半は燃焼せしめて、一酸化炭素と窒素との混合物を造る方法である。即ち製鋼法の一に、平爐にて鋼を鍛すものがある、其際に此の瓦斯を用ゐ、蓄熱爐を用ゐて作業する。元來態々固態燃料を瓦斯状態に變せしむる利益は何であるかと云ふに、元の燃料中の灰分、水分を除去することが出来、又瓦斯状態のものとなれば、之を蓄熱爐等にて豫熱することが出来、又之を完全に燃焼せしむることが容易い等である。今瓦斯發生爐につきては、其種類多いが、其の内の重なるもの、二つを上げることとする。

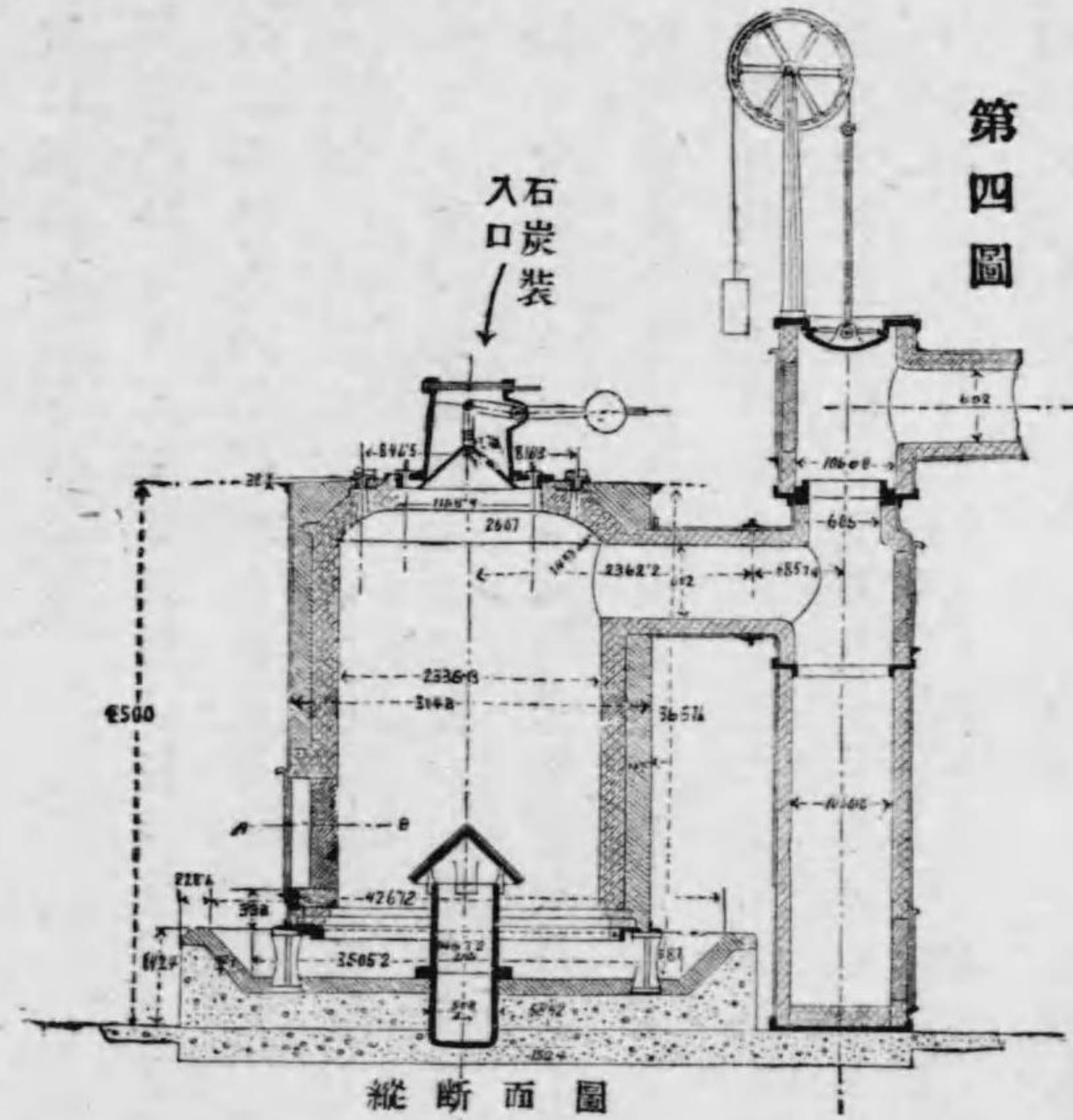
ペーター式發生爐は、其外壁が耐火煉瓦より出来て居る、圓筒形のものである。

鐵と鋼

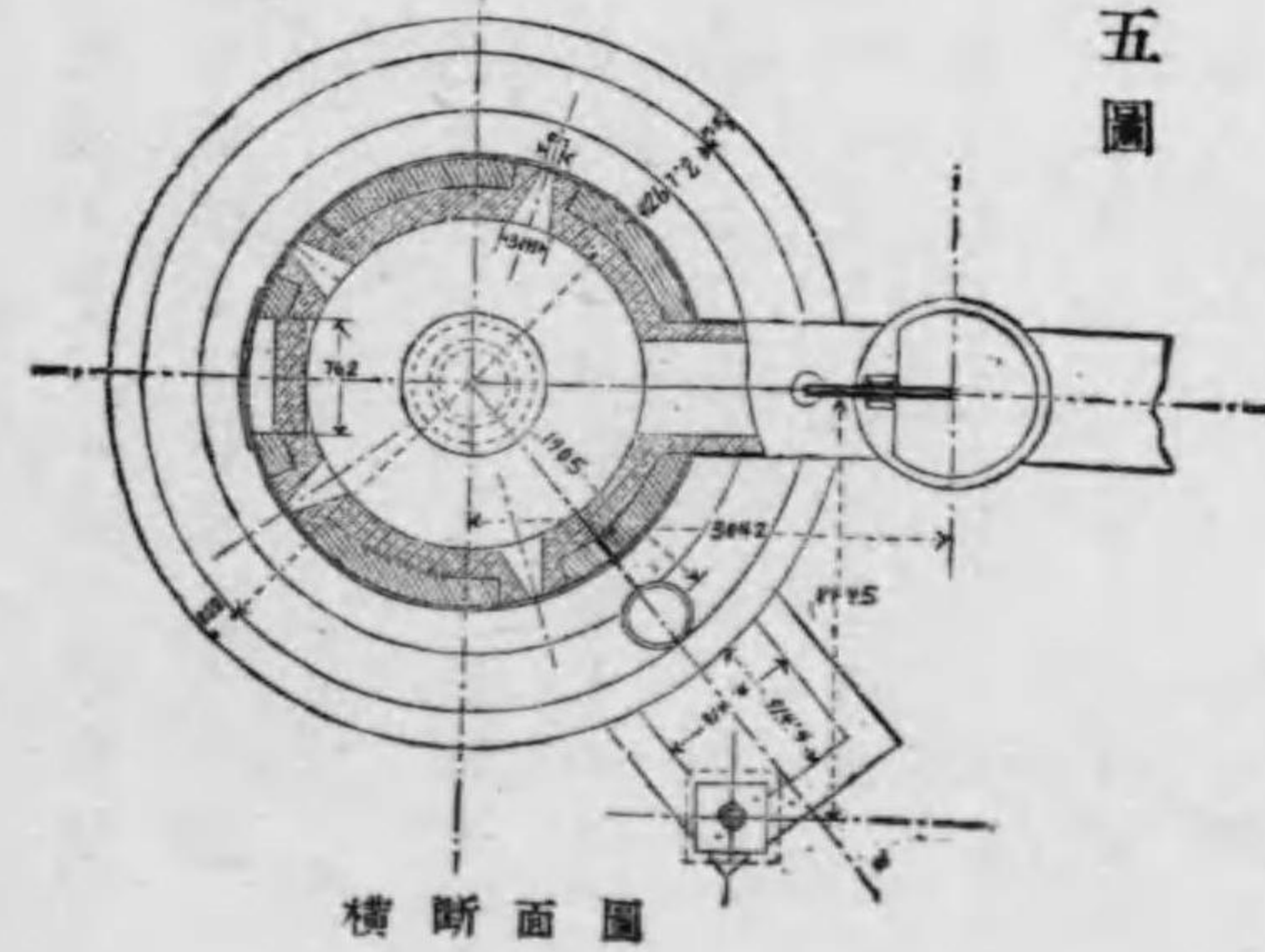
風は底部の爐格の下より入りて石炭を燃す、而して瓦斯は其頂部より出づるものである。是は底部が敲土より出來て居る。

ドートン式になると第四圖に其縦断面第五圖に其横断面を示す如く、底部が

ドートン式瓦斯發生爐



第四圖



第五圖

セ〇

水にて閉ぢ、石炭の灰は水中に落ちることとしてある。不絶隨意に灰をかき出し得る便利がある。風は爐底の中央より入り、瓦斯は第四圖右方上部より出づる。八幡製鐵所、又は釜石田中製鐵所に於て、現に此種のものを用ひて居る。

此等の發生爐に賞用すべき石炭は、其の含有する瓦斯分の多いもので、灰が餘り固らぬものである。而して普通は發生爐に送るべき空氣に、水蒸氣を混入して、其瓦斯中に水素分を多くする、今瓦斯の有する成分を擧げる。

| 品別 | 一酸化炭素 | 水素 | 炭化水素 | 炭酸 | 窒素 |
|----------|-------|-------|------|-----|-------|
| 獨逸フェニックス | 二二・六 | 九・八 | — | 五・九 | — |
| 英國ドートン | 二二・九 | 一一・五五 | 三・四〇 | 五・五 | 五六・六五 |
| 八幡製鐵所 | 二六・八 | 一二・四 | 三・五 | 五・〇 | — |

(容量百分率)

第五章 耐火爐材

普通一般に建築用の材料として用ゐるものを、製鐵用爐材に供用することは

稀であつて、僅に爐の外部に應用する位に留まつて居る。高熱なる部分の築造用としては、耐火質の材料を用ゐ、能く其の高熱や、又は酸化金屬の浸蝕作用に堪ゆるものなるを要する。今爐材料を其性質により、三つに分つ。

- 一、中性—黒鉛、素灰、クローム鐵鱗、耐火煉瓦、及び耐火粘土。
- 二、酸性—硅石煉瓦、ガニスター砂。
- 三、鹽基性—石灰、白雲石、マグネサイト。

此の三種は各々特殊の場合に供用すべきもので、其状態は天然に存在し、又人工的に調合したものもある。或は先づ煉瓦に仕上げて築造するし、又は粉末のまま、敲きて用ゐることもある。

一、中性の内にて素灰、木炭末に粘土、水を混ぜしものは、木炭鐵を製造する爐に、又黒鉛は重に坩堝材料として用ゐらる。クローム鐵鱗は其のまゝ、又は之を煉瓦にして、製鋼爐に供用することがあるし。耐火煉瓦や、粘土は、元々同一物で重に硅酸礬土より成立する。是は製銑熔鑛爐や、其他一般製鐵爐の普通なる材料である。殊に熔鑛爐用としては、最も其良質なるものを選ばなければならぬ。

中性爐材

ばならない。

二、酸性爐材は、硅酸を九割以上も含んで居る。硅石煉瓦も、ガニスター砂も共に略ぼ同じものである。最も高熱の場合にて、鹽基性鐵滓の影響餘り烈しからぬ所に用ゆるのである。唯高熱に際し、膨脹收縮の度甚しきものなる故注意を要する。

三、鹽基性爐材は、鹽基性鐵滓を必要とする場合に用ゐるものである。石灰は最も稀に之を用ゐる。又マグネサイトは煉瓦を造り、又粉のまゝ、鹽基性製鋼爐に用ゐる。白雲石は之を焙燒して、先づ石灰苦土の混合物とし、其にコイルターを混する、而して同上の爐底を塗裡する最も普通の材料である。

酸性爐材

鹽基性爐材

石灰石及白雲石の成分

| 品別 | 炭酸石灰 | 炭酸苦土 | 磷 | 硫黃 | 不溶解物 | 分析結果出所 |
|---------|------|------|----|----|------|--------|
| 豊前恆見石灰石 | 九八三 | 一三 | 痕跡 | — | 〇・二〇 | 八幡製鐵所 |
| 同 白雲石 | 六二〇 | 三七〇 | 痕跡 | 痕跡 | 〇・二〇 | 同 |
| 陸中唄貝石灰石 | 九五五八 | 一二五 | — | — | — | 釜石製鐵所 |

法 銑鐵製造

第二編 銑鐵製造法

銑鐵は之を鑄物の原料にするし、或は進んで鋼及び鐵を造る原料にするから、此銑鐵を造るのは、總ての製鐵法の第一階段である。而して鑛石より銑鐵を製造するに、最も普通は所謂熔鑛爐と稱する、高さ大なる圓筒形を有する直立爐にて、作業するものである。

第一章 熔鑛爐

熔鑛爐は一名高爐と稱する、昔初めて獨逸國にて建造せられた。而して其大さも亦生産力も頗る微々たるものであつた、其爐高も十五呎、其徑は五呎に過ぎず、一週間に僅に三噸の銑鐵を造るに過ぎなかつた。邇來段々と其大さも、生産力も劇増した。

第一節 熔鑛爐の生産力、内容積、及其形狀

熔鑛爐の生産力

元來、熔鑛爐の大きさは、一晝夜に其の産出する銑鐵の量にて、言ひ表すのが普通である。現今歐洲大陸にあつては、骸炭にて作業するもので百五十噸、乃至三百噸を普通とし、北米合衆國にては四百噸、乃至五百噸を、或は七百噸以上を出すものもある。木炭用爐は、其の燃料の性質上より、其爐を小形にする爲め、先づ一晝夜五噸、乃至五十噸を産出するに留まるのである。

現今本邦に於て、九州八幡製鐵所にては、四基の骸炭熔鑛爐を有し、各々二百噸乃至三百噸の銑鐵を産す。釜石田中製鐵所には、其數八基に達し、其内骸炭熔鑛爐は二十噸乃至六十噸、又木炭熔鑛爐は十噸内外である。仙人雨宮製鐵所では、木炭熔鑛爐の五噸乃至十噸のものが二基あり。北海道室蘭の近傍輪西に、炭礦汽船會社の六十噸の爐一基ある。其他滿洲本溪湖に百二十噸の爐があるし、又諸所に建設計畫中のものもある。

熔鑛爐の内容積は、其原料の性質や、目的とする銑鐵の種類及び其量によりて、色々に加減を要するのである。現今最も大なる爐で、六百立方米以内である。一晝夜に産出すべき銑鐵量、一噸に對して、平均二乃至四立方米の内容積を與へ

熔鑛爐の内容積

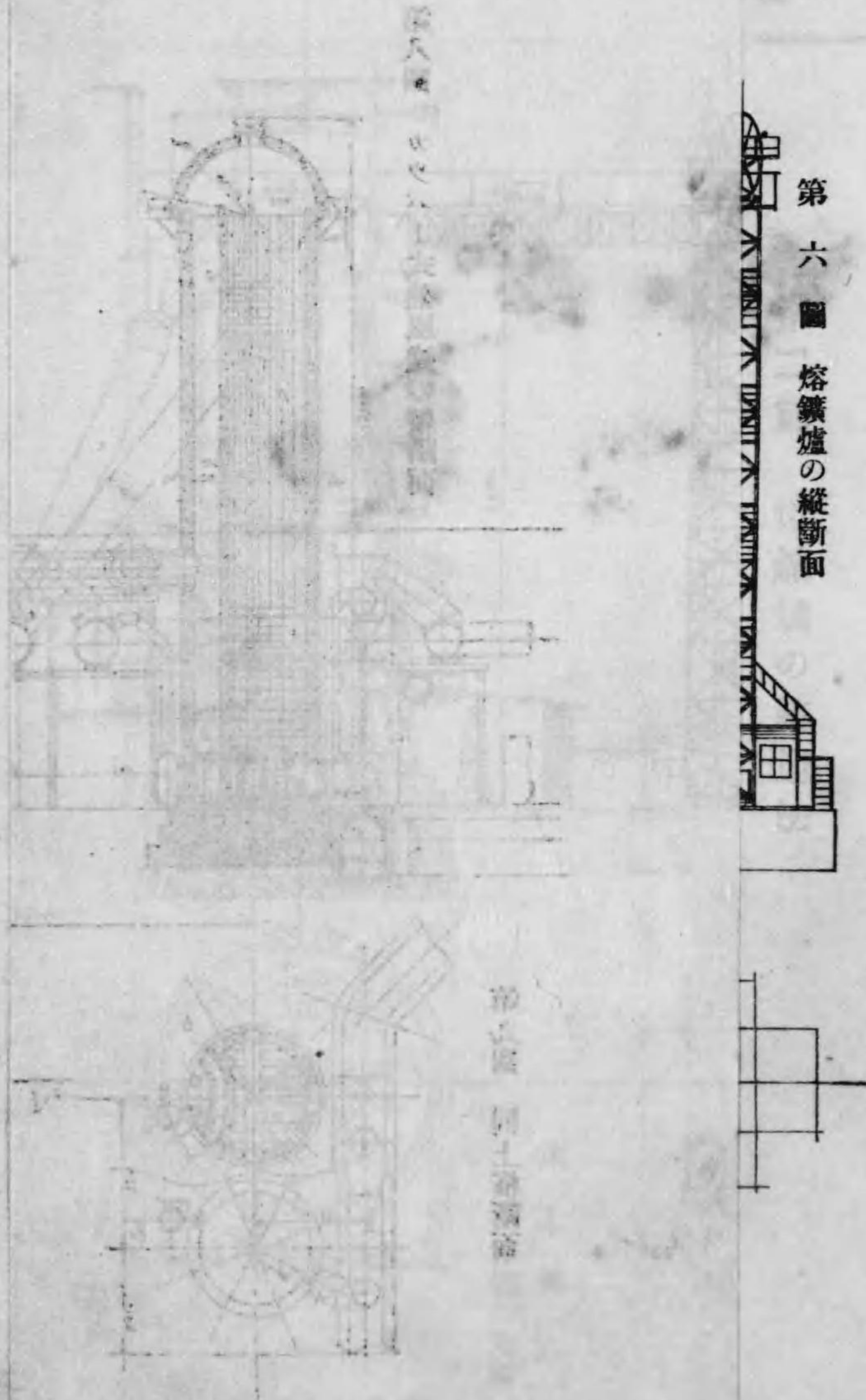
と
て居る。

熔鑪の形状は略ぼ圓錐體の上部を切りしものを、二つ採り其底部を銜き合
せたるもので、全體から云ふと、圓筒形に近きものである。其内容、形状等各
部の大小の割合になると、各専門家が最も焦慮する所で、其生産力又は製煉の難
易も、亦茲に係ると云ひ得る位である。

第六圖に其縦斷面を示すものは、歐洲大陸に於て、重に採用せらるゝ爐形であ
る。其形も太くて、短かい。併し之に反して、米國に於て、専ら用ゐらるゝもの
は、細くて長い。而して爐中其徑最大なる部即ち爐腹部を著しく下けてつけ
てある。八幡製鐵所にある爐は、歐洲流の形状を有し、釜石製鐵所のものは、米
國風に近き形を有する。

今爐形につき説明すれば、先づ裝入口より始まりて、原料の降下を容易ならし
むる爲に、下方稍廣がりて居る。原料が一度び熱度の爲め熔融し始むるや、其
容積は減少するものであるから、中途より以下に於て爐徑を小にする。殊に
底部は、風を入れる所で、最も小さくしてある。其は入り來る風が、能く爐の中心

第六圖 熔鑪の縦斷面

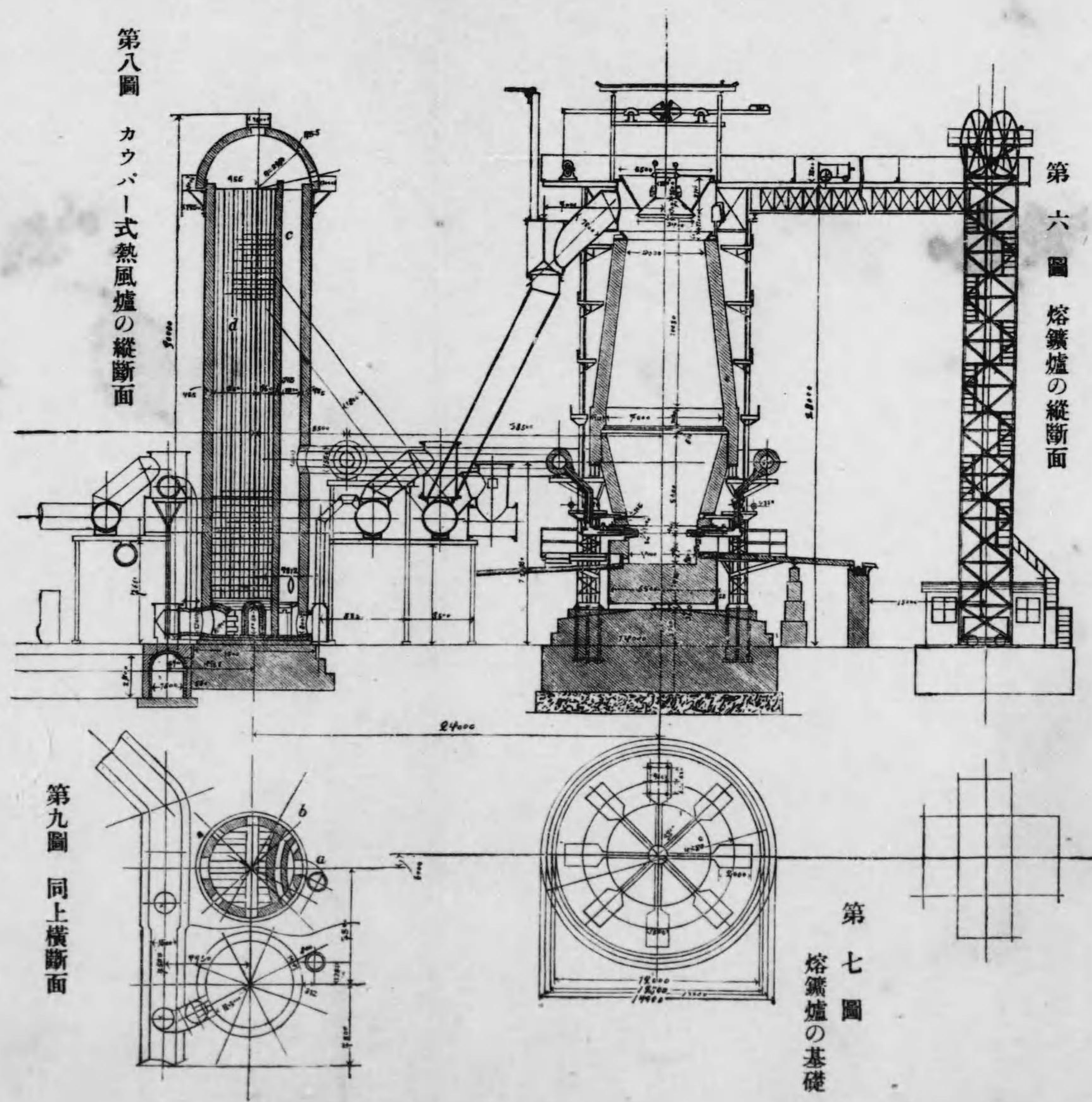


せたるもので、全體から云ふと、圓筒形に近きものである。其内容、形状等各部の大小の割合になると、各専門家が最も焦慮する所で、其生産力又は製煉の難易も、亦茲に係ると云ひ得る位である。

第六圖に其縦断面を示すものは、歐洲大陸に於て、重に採用せらるゝ爐形である。其形も太くて、短かい。併し之に反して、米國に於て、専ら用ゐらるゝものは、細くて長い。而して爐中其徑最大なる部、即ち爐腹部を著しく下けてつけである。八幡製鐵所にある爐は、歐洲流の形状を有し、釜石製鐵所のもものは、米國風に近き形を有する。

今爐形につき説明すれば、先づ裝入口より始まりて、原料の降下を容易ならしむる爲に、下方稍廣がりて居る。原料が一度び熱度の爲め熔融し始むるや、其容積は減少するものであるから、中途より以下に於て爐徑を小にする。殊に底部は、風を入れる所で、最も小さくしてある。其は入り來る風が、能く爐の中心

七十クのツギに入る

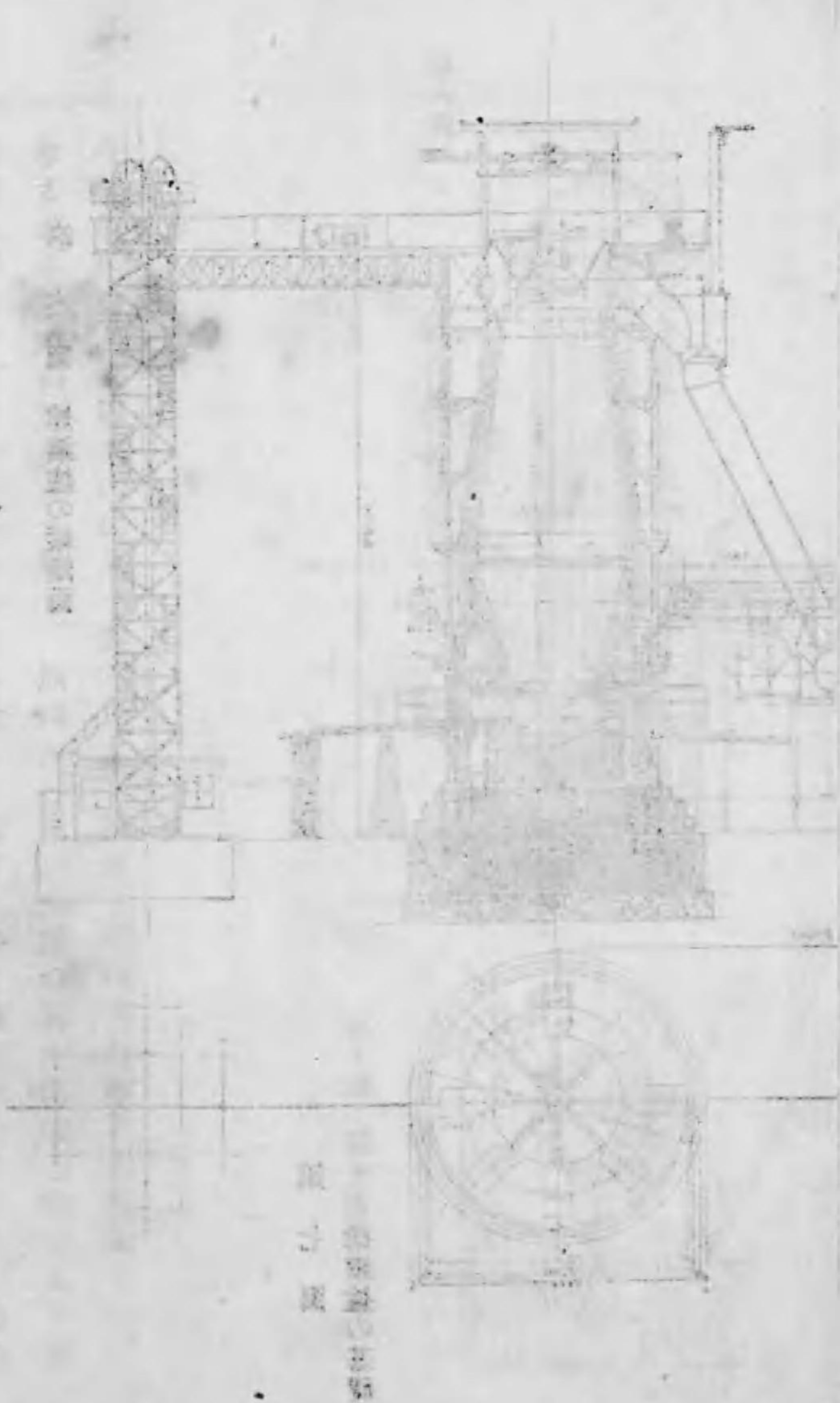


第六圖 熔鑛爐の縦断面

第七圖 熔鑛爐の基礎

第八圖 カウパー式熱風爐の縦断面

第九圖 同上横断面



に達するし、爐の熱度が最も強くなることが出来る爲である。而して普通に
 爐の大きさは、十乃至二十五米、内徑の最大なる所は、三乃至六米である。

第二節 熔鑛爐の築造法

昔時は爐内部の熱を放散せしめない爲めに、態々積石又は塗土等で、厚き爐壁
 を作つたものである。近年爐の建築上よりも、又爐壁自身の耐久上よりも、出
 来る丈に爐壁を薄くする。而して該爐内部に装入したる鐵鑛燃料等の潰溢
 を防ぐに留まらしめて、却て外部より之を冷すことゝなつた、此方が燃料の節
 約上、又は爐の耐久上宜い。

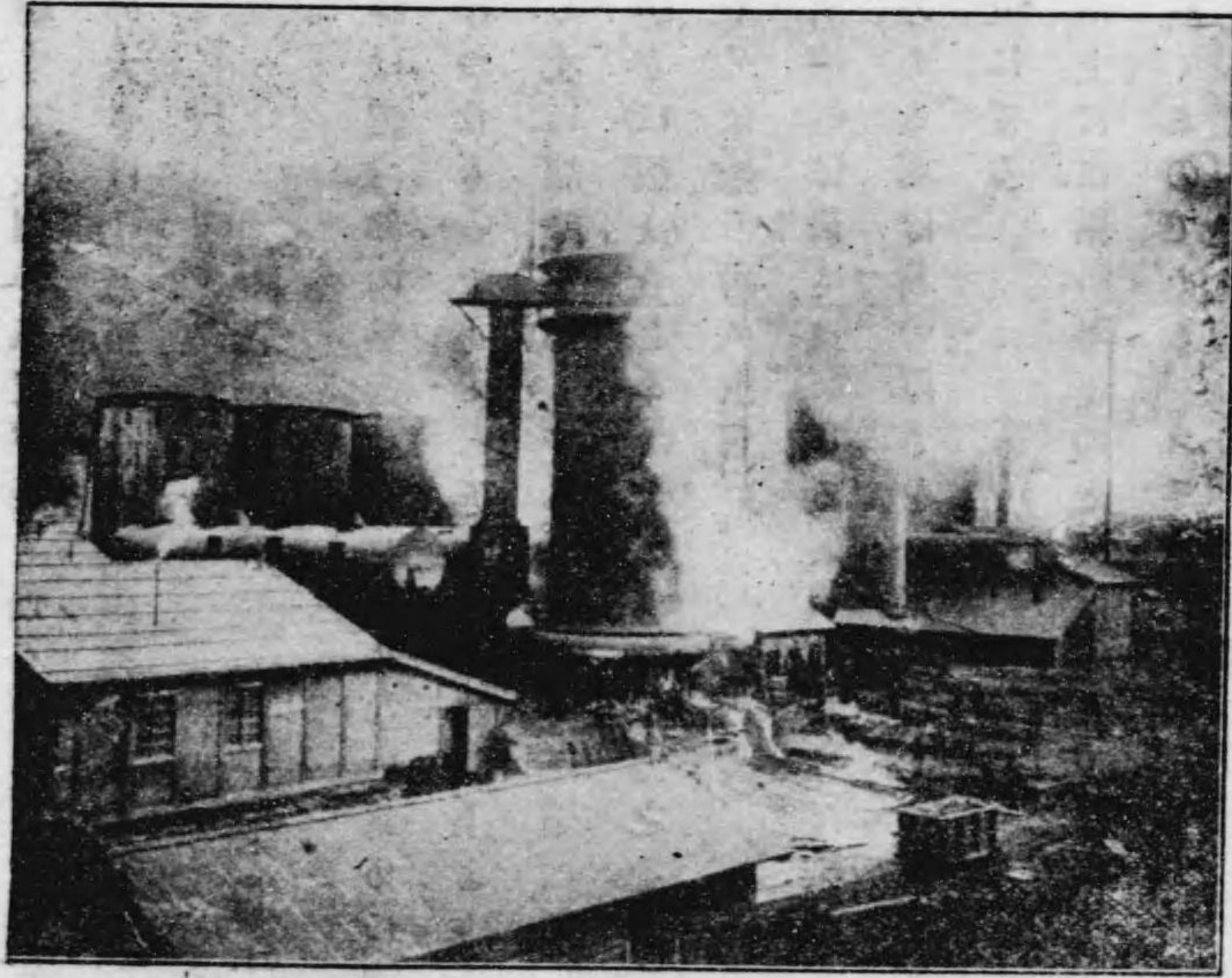
即ち爐壁は最も良質なる耐火煉瓦にて築造し。底部にて風の入る口即ち羽
 口のある處は、其の厚さを一米位にし。又上部即ち爐口部になると、厚さ〇七
 米位にする。

爐頂上には原料の運搬や又は職人が操業する爲め、鐵板を張りつめて装入床
 を設くるのである。スコッチ式爐になると、第十圖釜石製鐵所熔鑛爐に於て見

熔鑛爐の
 築造法

スコッチ
 式爐

第十圖 釜石鐵山中製鐵所鐵爐



七八

るが如く、爐壁全體の外部を包む爲めに、鐵板を張るのである。兼ねて此の大なる鐵板の圓筒は、裝入床を支ゆる土臺となるのである。是は爐壁を保護して風雨に曝さない、即ち爐壁が外部より腐らない利がある。英米佛の諸國にては此築造法に據て居る、釜石製鐵所の爐は、最初英國人の築造したものである。

他に獨逸式と云ふものは、全然此外皮鐵板筒を廢し、裝入床を支ゆる爲には、別に四本乃至八

本の鐵架柱を建てる、第六圖にて之を明にすることが出来る。此方式にて築ける場合は、何時でも爐壁に近接し得るし、尙之を外部より冷し得る利益がある。重に獨逸埃國等に用ゐらるし、尙獨逸より最初技術を輸入した、八幡製鐵所の爐も之に據つて居る。即ち卷頭に掲げし、第一圖に示せる熔鑄爐である。爐底部は製出銑鐵を貯ふる所であるから、殊に嚴重に築造し、間々鐵板にて外廊を施すことがある。此處では風が入り、燃焼も盛に生じ、最も高温度であるし、又長く鑄滓が留まる所であるから、爐壁は最も破損、浸蝕を受くる。此底部又は爐の他部に關係なしに、修繕の出来る仕掛となりて居る。尙是には爐壁を水にて冷却する爲め、多數の青銅製の冷却箱を嵌めて置く。羽口は底部に設けられ、其數普通四以上十二箇である、多くは磷青銅製で、二重張にして其内部を水にて冷却する所謂水羽口で、之を爐内に差込むのである。又鑄滓の流れ出づる口も、水羽口と同じものを嵌めてある。

第三節 裝入裝置と瓦斯集捕器

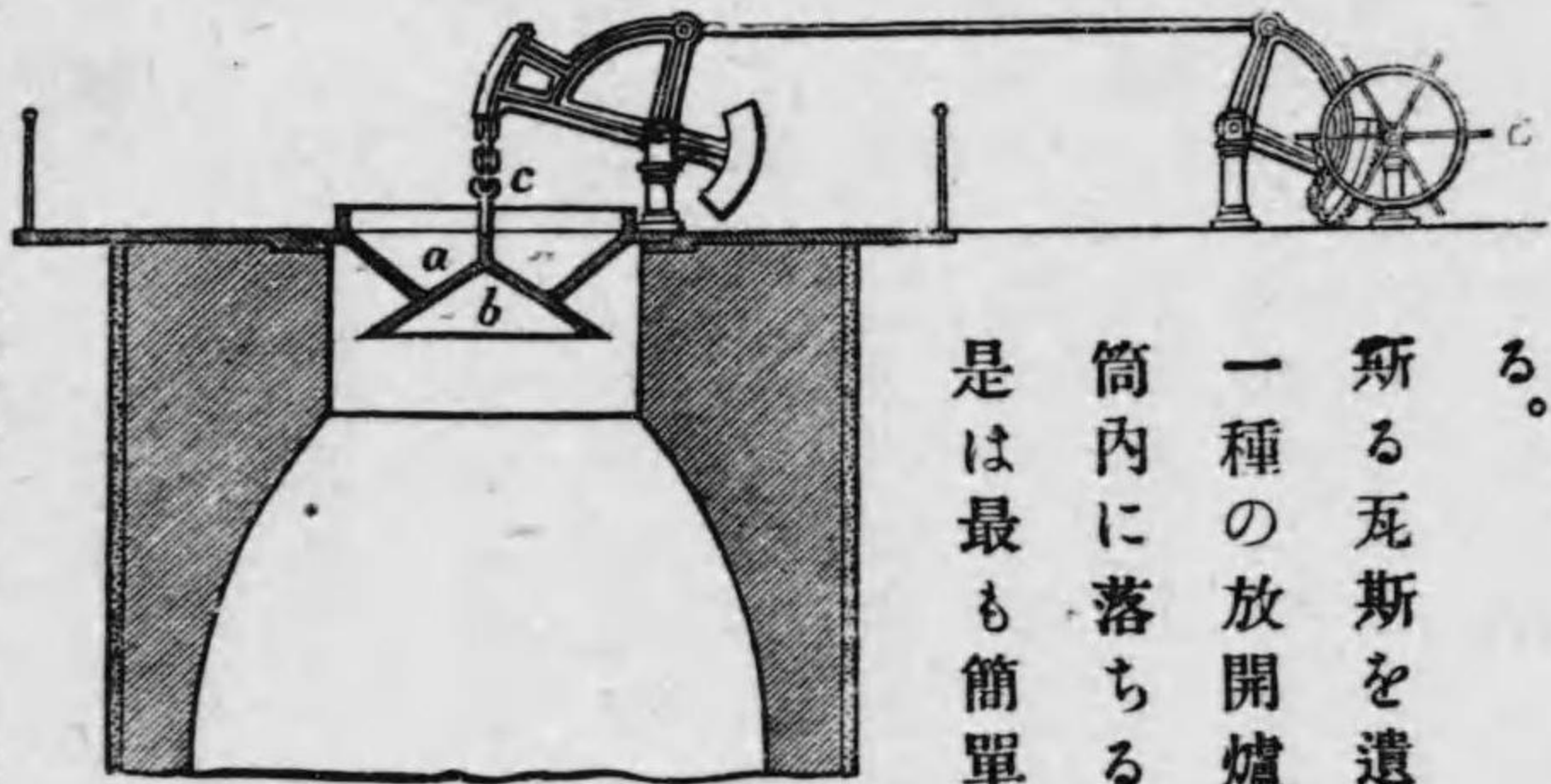
熔鑛爐の口には原料の裝入を輕便にしたり又は其配布を一様にする爲め、又他方では爐より排出する瓦斯を集捕する爲めに裝置がある。此排出瓦斯は平均容量上百分率として左の成分を有して居る。

一酸化炭素二十四 炭酸十二 水素及炭化水素等四 窒素六十

而して一立方メートルの有する熱量八百カロリーに達するものなるを以て、是は十分燃料として利用出来るものである。送風を起すべき蒸氣機關用の蒸氣を得るが爲め、汽罐内にて燃焼し、又は近時は直接に瓦斯機關を動かしたり、或は送風を熱する等にて、製鐵所にては最も大切なる燃料の一である。

爐に於ては裝入した骸炭一噸に對して、約四千五百立方メートルの瓦斯を排出し、瓦斯を以て瓦斯機關を動かすには、一時間一馬力につき四立方メートルですむ。又骸炭一噸につき約銑鐵一噸を産出するものである。今一晝夜百噸の銑鐵を造る場合、爐から出づる瓦斯で、何程の瓦斯機關を動かす事が出来るかと云ふのは、直に計算がつく。即ち一晝夜に、百噸の銑鐵は一時間略ぼ四噸餘に當るから、骸炭も略ぼ四噸餘を裝入したことになる。瓦斯の量は、一時間に四千五

第十圖 パリー式裝入裝置



百立方メートルの四倍強になるし、其瓦斯で約四千五百馬力の動力を得ることとなる。

斯る瓦斯を遺憾なく採集せんとするには、種々なる方法がある。一種の放開爐口は爐口の中央部に圓筒を垂下し、裝入物は該圓筒内に落ちるも、瓦斯は其周邊より上り、爐外に出るのである。是は最も簡單であるから、小さき木炭熔鑛爐に用ゐる。併し幾

分か瓦斯が、圓筒内より漏出する害がある。

密閉爐口につきて其内にてパリー式は、第十一圖にある通り、爐口は常にaなる鑄鐵製の無底摺鉢と、之に適合せるbなる圓錐帽子にて、全く密閉せられて瓦斯の漏出を防で居る。先づ鑛石等をbの上に入れ置き、dなる捲上機と、cなる鐵鎖の助を借りて、bを下げて之を爐中に裝入する。釜石製鐵所にて此式のものを用ゐて居り、又其の少し變更したるもの

を八幡製鐵所にて用ゐて居る。其他ランゲン式なるものは、歐米殊に獨逸に
八二
弘く應用せられて居る。

第四節 瓦斯導引管と捲上装置

爐外に出でたる瓦斯は、大なる直立管を經、地上に導かる。第六圖熔鑛爐の左側
に之を認むることが出来る。此瓦斯中には尙水分や烟塵など澤山あるから、
此等を取り去りて、瓦斯の熱量を高くし、清淨にする爲めに、洗滌法を施すので
ある。即ち瓦斯の方向を變じ、其速度を減せんが爲め、數多直立鐵管を上下せ
しめ、又殊に管内に水を噴出せしむることもあり、或は旋風器にて水と共に瓦
斯を烈しく回轉せしむることもある。通例汽罐又は熱風爐にて燃料に供用
する時は、該瓦斯中一立方米につき、塵埃〇・五瓦位のものにするが、瓦斯機關に
使用すべき瓦斯になると、最も丁寧に取扱て同上〇・一瓦以下に洗滌する。
捲上装置は原料を、熔鑛爐の頂上に捲上ぐる仕掛である。昔より普通なる方
法は捲上槽を設置し、蒸氣機關又は電動機の助けで、鑛車を垂直に裝入床迄捲

瓦斯導引
管

瓦斯洗滌
法

捲上装置
熔鑛爐

上げ、職人が之を爐口上に押し行るのである。第六圖の右側に於て直立せる捲
上槽を見ることが出来る。

然るに歐米に於ては、近年熔鑛爐の生産力も増した爲め、益々其の取扱を輕便
にし、又職人の勞力を省く爲め、傾斜軌道を設けたものがある。鑛石箱は之を
傳ふて、直に爐頂上に達する、即ち此處で自動的に轉覆して、原料を爐内に投入
するのである。

第二章 送風装置

熔鑛爐内にて、其の裝入せし燃料を燃燒せんが爲めに、要すべき空氣の量は實
に夥しきものである。即ち一日銑鐵一噸を造るに、空氣の量は一分間に、約三
立方米以上を送らねばならぬ。今百噸大の高爐であれば、一分間に三百立方
米の空氣を爐内に送らねばならぬ。其の上、風が爐の中心部迄達する爲
めに、是に一定の壓力を與へねばならぬ。是れ即ち送風機を是非設備せねば
ならぬ理由である。壓力は一般に〇・五乃至一〇氣壓であるが、米國にて一氣

捲上装置
熔鑛爐

八四
 壓迄のものを用ゐる時がある。總じて十分なる壓力を何時でも出し得る様に豫め設備するが宜い。

第一節 送風機

是に直立せるものと横臥せるものと二つあり。二者其利害相半せるもので、各々諸國に用ゐらる。米國は前者を、獨逸等は重に後者を用ゐる。而して其の送り出す風の壓力に、不平均のない様に、二つ以上の送風管を、同一軸に連結せしむる。現今最も多く用ゐらるゝものは、複式蒸氣機關で、二つの送風管を、夫々高壓蒸氣圓筒及び低壓蒸氣圓筒に直接連續せしむるものである。此等送風機に用ゐるべき動力に、就きて云はんに、昔時は人力に依り、中頃専ら水力の利用に勉めしが、近來は多く蒸氣力の應用に依頼して居る。其蒸氣を得るには、數多の汽罐を設置し、製銑熔鑛爐より排出する瓦斯を燃料として燃すのである。此等可燃性の排出瓦斯は、前に述べた様に、一立方米につき略八百カロリーの熱量を有する、之を用ゐる直に瓦斯機關を動かし、直接送風機を運

轉する方法最初獨逸國に起り、目下漸次北米合衆國、英國其他に擴布した。瓦斯の消費少なく汽罐を省略し得る等大に製鐵事業の進歩を遂げた。

唯其應用に際し困難を感ずるのは、瓦斯中に尙含有する塵埃物の爲め、瓦斯機關を害することや、或は高速度に回轉せる瓦斯機關と同一速度たる唧子を有すべき送風圓筒殊に空氣辨の構造であつた。近來瓦斯を清洗する方法完全となり、又空氣辨も高速度回轉に堪ゆべきものを發明した爲め、此等の困難を排除し、益々瓦斯機關を應用する。現に今日最も進歩した歐米の製鐵所にては、瓦斯機關を用ゐた結果として、一晝夜間に熔鑛爐に裝入した骸炭の各一噸につき、動力約十三馬力半を餘し得て居る。製鋼部に於ては之を利用して、電力を得て壓延機を動かしたなどして、製鐵所全體の經濟を善くすること夥しいのである。

併し熔鑛爐より排出する瓦斯は、時により著しく其量、又其成分を變ずるものであるから、前記の如く、十分之を利用せんとするには、澤山の爐を有して過不足相補わしむる必要がある。本邦にては同一箇所には、熔鑛爐の數も少

ないし、又其の所用骸炭の質悪しき爲め、屢々爐内に故障を生じ、十分瓦斯の利用法を行ふことの出来ないのは、歎すべき次第である。尙最近に至りて、タービン式旋風器を用ゐることが始つた。是はタービン式蒸氣機關、又電動機で動かすものである。其の利とする所は、十分高壓の風を經濟的に得て常に其量、其壓一定して居ると云ふ點である。

第二節 熱風爐

熔鑛爐に送るべき風は、豫め之を熱するのである。是は其の要すべき燃料を節約するし、容易に爐底部を強熱し得るし、又却て爐口を冷やし得る等の利便が多い爲めである。

昔時は冷風のみであつたが、十九世紀の始め、ネイルソン氏始めて熱風を用ゐた。當時は別に火床を設けて風を熱したが、其煩勞の多いのと、且つは其の得た銑鐵を、古來冷風にて得たりしものに比べて見て、其質も亦相違せる爲めに、此の熱風法は世に重用せられなかつた。其後熔鑛爐よりの排出瓦斯を用ゐ

冷風銑鐵

熱風爐の
種類

鐵管式熱
風爐

て熱風し、亦其の得べき銑鐵の使用法を知得せしより、益々其應用盛となつた。現今は殆んど熱風のみを以て、銑鐵製造を行ふものと云ひ得る位である。唯僅に不純物を含むこと少なき良銑鐵を得て、特殊の目的に供する爲め、小熔鑛爐にて稀に冷風を用ふることがある。其の得た銑鐵を冷風銑鐵と命名する。熱風をなす装置に二種ある、一つは鐵管式で、他は蓄熱式である。前者は鑄鐵管内に衝風を通過せしめて、絶えず其外面を燃焼瓦斯にて熱するものである。其鐵管の性質上熱風し得べき温度は、攝氏四百度位に留まる。蓄熱式には耐火煉瓦の積層を設け、瓦斯を燃焼し、之を高温度に熱したる上、今其瓦斯を通ずることを止めて、其の代りに冷風を送れば、風は耐火煉瓦中の熱を採り、自ら熱せらるゝ装置である。斯くして風は攝氏八百度位迄に熱せらるゝことが出来る。

鐵管式の内に、其の用ふべき鐵管の位置に由り二種の別がある。其の内横臥せるものは、先年多く釜石鐵山に用ゐられたるも、不經濟且つ不便であるから、今日は之を廢した。又第二の直立せる鐵管を用ゐるものは、仙人鐵山に於て

現に使用せらるる式であるが、其れよりは寧ろ蓄熱式熱風爐がよろしい。蓄熱式熱風爐は、其の操業上必ず二箇以上を要するもので、一は瓦斯を燃焼して之を熱する方であるし、他は風を熱する方である。其他修繕等の爲め使用し得ぬ豫備のもの一箇都合三箇以上を具ふる。最近の熔鑛爐には、又熱風の溫度を常に一定せしむる爲め、一箇の爐につき四つ位の熱風爐を附屬せしむるのである。其爐の構造につきては種々の別がある、今重なるものを擧げる。

ウキットウエル式熱風爐は、全部耐火煉瓦より成り、之を廻すに鐵板を以てする。先づ瓦斯と、之を燃焼せしむべき空氣は、各々別々に熱風爐内の燃焼室に進入するものである。茲にて燃焼したる高熱の瓦斯は、耐火煉瓦より成れる通路を経て上下し、遂に烟道を通じ烟突に通るのである。斯くして其通路の四周の壁を熱すること三十分乃至一時間の後には、瓦斯口を閉じて、逆に爐内の通路を経て冷風を送くる。風は強熱煉瓦の爲めに熱せらるゝことゝなる。我國にて釜石製鐵所には、好で之を使用して居る。其構造簡易なれど、屢々上下すべき通路ある爲め、瓦斯又は送風の力を減殺すること大きい故に、當時は寧ろ

ろカウパー式を重用する様になつた。

カウパー式熱風爐の構造は、曩に第八圖と第九圖に示す通りである、其断面圓形にして、其一方(圖中右側)にレンズ形ノ燃焼室を供へ、他方に其の數略ぼ六百に達する小管より成る蓄熱室がある。此等小管は並形耐火煉瓦、又は異形煉瓦を鑄鐵柱、又は煉瓦壁の上に段々と組合して造つたもので、其形は方又は圓で、其高さは熱風爐の全高に互つて居る。全爐の周圍は鐵板を以て回し、其高さは、二十米より三十米に達し、其徑六米乃至七米なりとす。

瓦斯はaより進入し、之を燃焼せしむるに要する空氣は、bより入り、cなる燃焼室を通じて昇り、而して頂上に至りてdなる蓄熱室の小管を降下する。而して多數小管の壁を形成する耐火煉瓦壁に、熱を貯蓄するものである、略ぼ三十分乃至一時間の後には、冷風は反對の方向に、爐内を進みて熱せらるゝことになる。昔日熔鑛爐より出づる排出瓦斯が、尙十分洗滌せられずして多量の烟塵等を含有せし時には、直に爐内に堆積物を生ずる爲め、管内側を破損、又は閉塞するに至つた。現今は豫め瓦斯中より之を除去する方法、完備せられて、

始めて熱風爐の効力を進め、所々に之を用ゐる様になつた。現に八幡製鐵所に於ては各一基熔鑛爐につき、四基のカウバー式熱風爐を附屬せしめてある。其他に此等二種類と、略ぼ同様な構造を有する色々のものがある。即ちフォルド、モンクローア式熱風爐は、重に英國に用ゐられ、ケネデー、カウバー式熱風爐は、重に米國に用ゐらる。

斯くして得た熱風の温度は、當該熔鑛爐の如何によりて變ずるもので、木炭爐なれば攝氏三、四百度であるが、骸炭爐にては六百度以上に達することもある。鼠銑鐵を造る場合は、最も高熱を要するものである。熱風爐を出たる熱風は、導管を経て熔鑛爐の周圍の環管に入り、之より其枝を通じて、各羽口に入り、爐内に達するのである。

第三章 熔鑛爐の操業法

以上述べた通り製銑工場には、鑛石及燃料置場、熔鑛爐銑鐵鑄場、瓦斯導管、同洗滌器、汽罐、送風機、熱風爐、捲上槽等を備へねばならぬ。爐の操業に便ならしめ

んが爲め、其配列を嚴重にして、原料の運搬又は生産物の送出等順序能く行はれて、一絲亂れざる仕掛にしなくてはならぬ。

今新に築造せる熔鑛爐を操業せんには、先づ其乾燥法を行ふものである。即ち最初に新爐の底部に假火床を築き、石炭又は薪を燃燒せしめ、其火焰は爐内を通じて昇騰せしめて、一週間位之を乾かす。

次で吹き入をする、先づ底部には燃え易き薪炭を積み、其上に各々其爐に用ふべき燃料の種類に應じ、木炭又は骸炭、及び其の相當せる媒熔劑と鑛滓を積み、漸次上部になるに従ひて、少しづつ、鑛石を加へて爐口に及ばしむるのである。今底部に點火し、爐内の温度漸く加はり、羽口より赤熱燃料を認め得る様になると、初めて弱い風を送る。而して裝入物の熔融降下するに應じて、爐口より鑛石、及び媒熔劑、又は燃料を順次與へて操業するのである。

此等裝入物を一時に與ふる量を云はんに、鑛石と媒熔劑、即ち石灰石との混合物は十五噸迄で、又燃料の方は二乃至七噸とする、日々數十回、此等二者を交代に爐内に裝入する。

熔鑛爐吹入法

熔鑛爐内
装入物の
状況

第一節 熔鑛爐内装入物の状況

高熱なる空氣は、高壓の下に底部の羽口より突入し、直に白熱なる燃料を燃焼する。其際二様の働が起る、即ち一方に於ては其火力の爲め、爐内に於て製造したる銑鐵又は鑛滓を十分熔融する。又他方にありては其の生じたる一酸化炭素は、熔鑛爐内を昇騰し、其通路に存在する鐵鑛を熱し、又は之に反應して鐵を還元し、自分は酸化せられて一部分炭酸瓦斯となるのである。尙又送風中の窒素は、大部分毫も變化を蒙らず、高熱せられたまゝ、爐内を昇りて、鐵鑛其他の原料を豫熱する働をするのである。從て此等の爐内の瓦斯は、略ぼ攝氏三百度乃至四百度に冷却せられ、爐口より排出せらるゝことになる。尙此のものは、多量の一酸化炭素を含有するため、大切なる燃料となることは前に述べた次第である。

装入せる鐵鑛は、先づ爐上部にて熱せられ、又段々瓦斯の働きで還元され、終に爐内攝氏八、九百度の溫度を有する處に達する頃には金屬鐵と變する。其上

熔鑛爐内
鐵鑛生成
の理

尙鑛石には瓦斯の爲め、粉末炭素の沈積を得る。此等炭素又装入燃料中の炭素の一部は鐵中に滲入して炭素の多い、而して鎔融し易い銑鐵を得る次第である。

其他鐵鑛中に存在する硅酸、磷酸、酸化滿俺等は、各直接に白熱せる燃料中の炭素分の作用を蒙り、其内幾分かの硅素、磷素、滿俺等、還元せられて鐵中に入り、所謂此等の混合物たるべき銑鐵を製造する。而して銑鐵は爐下部にて、高熱の爲め十分鎔融し、爐の底部に貯留するものである。

尙鑛石中に残留せる硅酸等其他は、媒熔劑として加入せる、石灰石の石灰分と結合して、鑛滓となりて爐底部に降下し、熔融する。其の重量遙に銑鐵に比し少ない爲め、其上に浮ぶことになる。從て十分此等兩者を分離することが出来る。總じて鐵鑛は爐口部に入りてから、約二十時間内外で、銑鐵又は鑛滓となり、爐底部に達することが出来る。

第二節 銑鐵の抽出法

第二十圖 熔鑄爐鐵抽出(鑛石製所)



此等熔融鉄鐵及び熔融鑄滓は、其の集積するに應じて爐外に流出せしむる、鑄鉄鐵は其熔鑄爐底部の大きに應じて、日々六回乃至八回湯出しを行ふ。即ち鋼鑄を用ひて爐最下部湯出口を開けば、鑄鉄は流出するのである。今之を輕便なる小塊に鑄込まん爲め、爐の前面に位せる鉄鑄鑄場に於て、細粒なる河砂中に、木型を以て蒲鉾形の凹型を多數相並ばして造つて置く、鑄鉄は此等の型に入りて所謂海鼠形鉄鐵を得るので、是れ市場にて得らるべき大凡そ十貫目の重量を有するものである、第十二圖は即ち湯出しの寫真である。

鐵製の型に注いたり、又大仕掛に操業する所では、特に鑄鐵型の相聯結せる者より成れる鑄造機械を設くる。現に入鑄製鐵所に、其例がある。或は直接に鉄鐵を製鋼用に供せんには、鑄鉄を其儘鍋に注入して、直に製鋼所に運搬する。

第三節 鑛石中諸成分の還元程度

今硅素多き硅素鐵や、滿俺多き鏡鐵又は滿俺鐵を造らんが爲め、此等の元素を還元せんには、唯に其の與ふべき鑛石の種類を變せねばならぬのみならず、其上に熔鑄爐内部の形狀を變じ、尙其の加ふべき媒熔劑の性質と割合を調整し、殊に爐底部の温度の高低を加減しなければならぬ。

一般他元素を多量に有すべきものを、造らんとする爐は高熱を要し、爲めに爐の産出高を減する。即ち一定時に産出し得べき量を比較すれば、白鉄鐵百噸に對し、鼠鉄鐵八十噸と、鏡鐵七十噸の割合である。其に一噸に就ての、所要の燃料を増加するから、他元素を多く含む鉄鐵は益々其價が高くなる。即ち市中に於て、硅素多き第一號鉄鐵は、其の少なき第二號以下のものより高價なる

は、此の理に基くのである。今少しく各主要なる諸元素につき、其の還元せられて、鐵中に入るべき途を考究する。

硅素、何れの鐵鑛石にも、硅酸として存在する。而して其内で還元せらるる割合は、其熔鑛爐底部に於ける温度の高低、又は其の同時に生ずべき鑛滓の性質に據りて、増減する。即ち熱高く、又酸性鑛滓なれば多く還元され、銑鐵に入ることが出来る。今日十六%迄の硅素を有するものを、熔鑛爐で造ることがある。

滿俺、鑛石中に此のもの不足せる場合には、別に滿俺鑛を装入することもある。其の還元せらるる量は、爐内部の高熱、又は鹽基性の鑛滓の存在に據り増加する。普通は爐内に與へし全量の、略ぼ三分の二は還元せられて、銑鐵に入るものと考へる。而して今日熔鑛爐にて、八十%迄の滿俺を有するものを造つて居る。

磷分、苟も原料中に存在するものは、現今の製銑法にありては、悉く銑鐵中に入るものである。故に磷分を含める鑛石、又は他の原料を用ゐて、磷分の少なき、純良なる銑鐵を得べからざる次第である。而して一般に三%迄の磷を有する銑鐵を、熔鑛爐で造つて居る。

硫黄分、爐内の熱度高き上、鹽基性なる鑛滓が存在する場合には、硫黄分は鑛滓中に遁去する。而して得た銑鐵は、純良となる。最も木炭爐にありては、其爐内の熱さまで高からず、其の生ずべき鑛滓の熔融點を下げん爲め、石灰石を附加すること少ない、從て十分鹽基性なる鑛滓を得べからざるものである。

之に反して、骸炭爐は、高熱を有する爲め、十分石灰を加へて、鹽基性の鑛滓を造り得る。從て其原料なる骸炭は、木炭に比して硫黄多きに係はらず、往々、骸炭銑鐵の木炭銑鐵に比して、少量の硫黄分を有するは、此等の事實に原因する。而して如何なる場合でも、銑鐵中に硫黄分の少なき程が宜いのである。

銅、原料中に含まるる凡てのものは、銑鐵中に進入するものである。今諸元素中其銑鐵に對する効力を見るに、硫黄分は常に有害物にして、銅は左程其の害甚しからざるも、磷分は其の使用すべき場合に應じて利害の別あり、滿俺、硅素等に至りては常に有利なるものである。

而して熔鑛爐内に於て同一原料を熔融製煉する際に、其の内部温度低降する時は、其銑鐵中に還元さるべきもの、内、磷分、炭素、銅分の含有量は殆んど變化しない。之に反して温度の高低の影響を蒙るものを舉げんに、硫黄分は忽ち増加する、而して悪質の銑鐵を得る。滿俺は幾分其の量を減ずる。殊に大切なるは、硅素で其含有量著しく減少する、從て所得の銑鐵も濃鼠色のものより變りて、薄鼠色又は白色のものに成るのである。

同じ製鐵所にて産した銑鐵、即ち同じ商標の下に販賣せらるゝものに於て、其の品位種々あるけれど、畢竟其を製造した時の製鐵爐内の熱の多少に據りて、其差別がつく次第である。從て其銑鐵を比較して見ると、其成分に於て他の元素は略ぼ同一割合に存在し、滿俺量は僅に異なるを見る、併し硫黄分、硅素分等に至りて、大に過不足の相違ある事實を發見する、是は尙後に説明する機會がある。

前陳の如く爐内部の熱減じ、其冷却の度烈しき時は、唯に所得の銑鐵の性を變ずるのみならず、一部の鐵は還元さるゝに至らず、空しく鑛滓中に遺棄せられ

て、鑛滓の色を綠色より終に黒色に變ずるのである。此等の變調を防がんには、先づ爐内に加ふべき燃料の割合を増加し、又は熱風の温度を高め、或は媒熔劑の調合を變じて、應急の策を取らなければならぬ。

第四節 熔鑛爐の副産物

排出瓦斯は前に説明する如く、大に利用せらるゝのである。又銑鐵と同時に得べき鑛滓は、之を得た熔鑛爐の状況、其他百般の俱合に據り相違あるべきも、大略左の化學成分を有して居る。(各百分率)

| 成分 | 使用せし燃料と、製造せし銑鐵 |
|------------|----------------|
| 炭鼠 | 三〇乃至三五 |
| 木鼠 | 四五乃至六五 |
| 炭鼠 | 三〇乃至四〇 |
| 白骸 | 五五乃至六〇 |
| 木白 | 一〇乃至一五 |
| 炭鼠 | 四〇乃至五五 |
| 矽酸 | 三五乃至三五 |
| 礬土 | 一〇乃至一五 |
| 鹽基物(重に石灰分) | 五五乃至五五 |

鐵ボルト
ワンド、
セメント

此等鑛滓は、多くは遺棄して顧みられざるものであつて、徒に其の捨て場所に困難する有様であつた。併し今日は段々と之を利用する機運になつて、亦立派なる熔鑛爐の副産物が出來て來た。先づ其鑛滓中石灰分に富むものは、之を粉末にした上、良好なるセメントになるのである。鑛滓其ものが、直に使用に堪えることもあるし、又他のものを色々調合して、セメントを造ることもある。此等は別に鐵ボルトランド、セメントなる名義の下に、適當なる販路を得て居る。

鑛滓煉瓦

鑛滓を粉末にせしものに、適當の石灰を混じて煉瓦を造つて居る。是は別に焼く必要もない、唯長期に亙りて乾燥すればよい、又一つの建築材として成効して居る。

鑛滓毛

或は熔融せる鑛滓を流して、之に横から蒸氣を吹きつけ、之を細微なる纖維状態のものとする。是は鑛滓毛なる名の下に、立派なる保温劑として、汽罐又は蒸氣管等の被包物に應用せられて居る。此等鑛滓の利用法は、何れも八幡製鐵所に於て成効して居るのは喜ぶべきことである。

其他鑛滓砂を造り、又塊のまま、道路の敷石又は鐵道のバラストに應用することもある。

第四章 混銑爐

混銑爐

混銑爐は、熔融銑鐵を貯蓄すべきものである。熔鑛爐と製鋼爐との中間に位置して、兩者の連絡を圓滑にする。而して其容量は百噸乃至三百噸、稀に千噸迄のものがある。熔鑛爐より抽出する銑鐵は、之を其の熔融せるまゝ、製鋼爐に送りて鋼の原料とする事がある。其の場合に總て銑鐵を取鍋に入れて運搬するのであるが、銑鐵を製鋼爐に入れる前に、先づ之を混銑爐に入れる。而して多量の銑鐵を爰に貯へ置き、其一部を必要に應じて取り出して、製鋼爐に送るのである。

混銑爐の
目的

混銑爐を使用する目的は、第一に銑鐵の混合作用である。元來銑鐵から鋼を造るには、ベセマー法又はシーメンズ、マルチン法に據るのであるが、曩に銑鐵を製造する時に述べた様に、熔鑛爐から出た銑鐵は、時により其化學成分を異

にするものである。此の製鋼原料の成分に、時々不同があると云ふことは、製鋼操業法に故障を起す基であるから、一先づ之を混銑爐に入れて、各種の銑鐵を混合せしめて、其成分の略ぼ一様なるを期するのである。

第二の目的は、除硫黄作用である。銑鐵中に硫黄分の多い場合、同時に滿俺分あれば之を長く混銑爐にて貯へ置くと、此二元素は互に相反應結合して、硫化滿俺となりて浮び上る、爲めに銑鐵より有害な硫黄を除去することが出来る。當初混銑爐は、専らベセマー製鋼工場に附屬せしめたものであつた。而して其構造もベセマー轉爐に似たもので、銑鐵の出入を便にする爲め、水壓機にて上下に廻轉する様にしてある。近來はシーメンス、マルチン製鋼爐にも、直接に熔鑛爐より熔融銑鐵を装入することが盛になつた爲め、同製鋼工場にも混銑爐を設けて銑鐵を貯へる。而して其目的も進んで來て、其中の硅素、滿俺、燐素の一部を燃焼せしめ、半ば製鋼作業の一部を遂ぐることにして居る。斯かる場合には、其混銑爐の構造も、シーメンス、マルチン式製鋼爐と同一様に、蓄熱爐を備へたるもので、豫熱したる瓦斯と、空氣とにて熱する。唯爐内の金屬を

熔融すべき場處が、著しく深くなつて居るの差あるのみである。

第五章 タ、ラ製銑法(和銑製造法—銑押)

我國、中國地方では、古來砂鐵を原料として、銑鐵や鋼等を製造して居る。重に銑鐵を造るを銑押と稱し、又た主として鋼を製するを鋸押と稱する。併し此等二者は略ぼ同様なる操業法をするもので、唯微細の點にて差あるのみである。

世界の大勢から見ても、亦我國に於て需要する鐵の量から見ても、タタラ製鐵法は其年産出額四千噸餘に過ぎぬ、殆んど論ずる價值のなきものではあるが、我國に於て、古來穩健なる發達を遂げて一種獨特の點がある。尙其の製造した銑鐵は、稀に鑄造用に供したり、又重に鍊鐵の原料となし、或は其鋼は之を刀劍其他に用ゐて居る。山陰、山陽では亦缺くべからざる、地方生産事業を形成して居る。今茲には先づ製銑法即ち銑押に就て述ぶるのである。同地方で採掘し精洗した砂鐵に、曩に一度述べた様に二種あるのである。

其内眞砂小鐵で重に鋼を造るし、赤目小鐵を銑鐵の原料とする。後者の分配は美作、備後、安藝、伯耆、出雲、石見等に互りて居るから、従て製銑法、又は進んで之より鍊鐵を製鍊するのは、此等の諸國に行はれて居る。製銑場にては高殿(タタラ)と稱する、十間四方の大きさある、稍々圓形の小屋(石見地方にては長方形の家屋)を建築し、其中央に粘土にて高さ四尺乃至七尺、全長十尺許り、幅三尺三寸許りの長方形の爐を造る。其内形は朝顔形にて、底部の幅は僅に六寸にて、上になりて廣がつて居る。左右底部に近く、數多の小孔を穿ちて羽口として居る。其土臺は少しも濕氣を帯びぬ様に、複雑なる構造をなして、深さ一丈乃至一丈二、三尺の木炭、又は其粉末にて敷きつめてある。

今爐を十分乾燥せる後、砂鐵と木炭とを交代に装入する。送風は爐の兩側に供へたる、天秤踏輪と稱する送風器二個にて、冷風のまゝ直に送りて居る。又當時はトロンプとて、落下する水勢にて風を送り、又は木製ルーツ式旋風器等を用ゐることもある。而して熔煉には煤熔劑を一切應用しない。(其装置は鍊鋼製造の際に擧ぐべき、第十九圖以下二十四圖に示せるものと略ぼ等しき

ものである)。

斯くして四晝夜の後には、爐壁は其内側より段々浸蝕せられて、用をなさぬ様になるから、始めて爐を取崩して、又新しく同じ箇所に爐を築くのである。一爐の壽命期を一代と稱する。爐内にて砂鐵は、白熱木炭の爲め、又は瓦斯の爲め還元作用を享ける。其出來た鐵は尙多量の炭素を、木炭中より吸収して、銑鐵と成るのである。時々爐の兩端に孔を穿ちて、銑鐵及び鑛滓を流出せしめて居る。

此等の爐にては其熱度十分高くないから、熔鑛爐の様に硅素を還元する丈の能力に乏し。従て此法にては白銑鐵を得ることが出来るのみである、或は又十分炭素を含ませぬ鐵が出来る。此のものは容易に鎔融しないもので、爐内壁に粘著する。而して段々大きくなり、終に爐を閉塞するに至る。是は爐より出づる火焰の工合や、又時々鐵棒を入れて見て、是が出来たなら、直に引き出さねばならぬ。此の様な鐵、即ち含有炭素量不十分なるものを錫鐵と稱する。元來爐内熱度が低い、従て石灰等の煤熔劑を用ゐること出来ない爲め、詰り砂

鐵中の一部の鐵分が、鑛滓中に入る。従て多量の鐵分は失はれる、即ち原料にある鐵中の約半分が、銑鐵となり得るのみである。今其仕事の結果を見るに色々の場合があるが一代につき大約銑鐵千五百貫目を得ることになる。而して銑鐵百貫目を得るに、砂鐵二百八十貫餘と、木炭三百八十貫餘を費すのである。

白銑鐵は地上に凹部を作りて、一、二寸の厚みの板に鑄造し、之を破碎して販賣し、重に鍊鐵の原料として居る。其の用ゐた砂鐵が純粹のものであると、極めて良好なる銑鐵を得ることが出来る。硅素は前に述べた様に極めて少ない。又磷素は所によると多いものがある、殊に備後、安藝地方のものは、間々〇・二%位に達することは珍くない。其他滿俺、硫黃銅分も少ない故に、磷素の少ないものさへ得ることが出来たなら、此等銑鐵は殆んど鐵と炭素とより成立するものと云ふことが出来る。鑛滓は多分の鐵分を含むけれど、徒に放棄して顧みられない。

此等銑押にて用ゐる砂鐵や、出来た鑛滓の成分は、鐵鑛石の項に擧げてあるし、

又出来た銑鐵の成分は、後章に述べてある。

第六章 銑鐵の種類

前章にて述べた通り熔鑛爐内では、其の装入する鑛石等の原料の加減又は溫度其他の調整で、同じ銑鐵でも、其内に硅素、又滿俺等の多きものをも、又少ないものでも造ることが出来るのである。

即ち硅素含有量は〇・五乃至十六%、又滿俺は〇・一乃至八十%を上下する。而して此等の鐵類を其名前にて區別すると、

硅素鐵(硅素の十六%以下五%迄を含む)、銑鐵(硅素五%以下〇・五%迄及滿俺〇・一%より五%迄を含む)、鏡鐵(滿俺五%以上二十五%迄を含む)、滿俺鐵(滿俺二十

五%以上八十%迄、及滿俺硅素鐵(硅素十%内外、滿俺十五%内外)等である。然るに銑鐵以外の所謂合金銑鐵に屬すべきものは、熔鑛爐にては寧ろ稀に之を製造するので、此等は何れも他日、鎔鋼製煉に際し、利用すべきものである。

銑鐵の種
種なる名

硅素鐵は其色灰白で細粒状を呈する、専ら鋼の内に硅素を附加する爲めに之を用ゐる。鏡鐵は白色なる大結晶より成立つて、其面は平滑に能く發達して居る、爲めに鏡鐵の稱ある所以である。其の内にも滿俺の量十二%乃至十五%の時に、最大なる結晶を得る。又滿俺鐵になると、色黄白を帯び細粒となるのである。是は鏡鐵と共に鑄鋼中に、滿俺や又炭素を加ふる目的に供せらる。滿俺硅素鐵も同様に、鋼に硅素と滿俺を共に加ふる爲である。

銑鐵を他の方面より種々命名することがある。其は當該熔鑛爐で用ゐた送風の種類で、熱風銑鐵又は冷風銑鐵と稱する。或は其原料とした、鐵鑛石の種類で命名する。即ち赤鐵鑛銑鐵、褐鐵鑛銑鐵等である。又熔鑛爐で用ゐた燃料の種類で、木炭銑鐵、骸炭銑鐵又其の産地により、スコッチ銑鐵、釜石銑鐵、漢陽銑鐵の區別がある。是は夫々製鐵所で原料とする鑛石や、其他に特色があるから名前を以て直に其所産銑鐵の成分を略ぼ代表する。尙銑鐵の用途につき區別する、ベセマー製鋼法の原料たるべきベセマー銑鐵、トーマス式に處すべきトーマス銑鐵、鍊鐵を製造する原料のフージ銑鐵、最後に鑄物原料の鑄造用

鑄鐵

銑鐵鑄物たる鑄鐵等である。或は總ての銑鐵を鑄鐵と名附ることもある。熔鑛爐より最も普通生産するものは銑鐵である。其内の鼠銑鐵は鑄物工場の大切なる材料である。尙此種の銑鐵や、他の白銑鐵は鋼製鍊の主要原料であるから、今此等の鐵類に就て一層詳細に述べる。前項嘗て述べた様に、鐵中の炭素には黒鉛として存在するものがある。此黒鉛の出現は熔鑛爐所産鐵類殊に銑鐵を區別するに就ては、大切であるから、是は如何なる場合に起るかを先づ説明する。

第一節 鐵中黒鉛炭素發生の理

鐵中黒鉛
發生の理

鐵の中に多量の炭素と、同時に硅素があれば、黒鉛が出現し得るのである。鐵は其の鎔融せる間、多量の炭素や、硅素をも、共に溶解することが出来るが、一旦凝結すると其溶解力が減少する。此等二元素の内、殊に結合力の弱い炭素を吐き出して、黒鉛を出現せしむる次第である。其れであるから鐵中に黒鉛の現出を望む時には、硅素の量を多くすればよい。

實際鑄物工場等にて屑物の鑄直しをする時に、硅素の多い即ち粒粗き銑鐵を加ふは、此の理である。併し是も種々の場合により、加減をせねばならぬ。鐵中に炭素の量が最も多量なる時は、硅素は1%以下で十分其目的を遂ぐべきである。之に反して炭素が少ない時は、其に應じて多量の硅素を加へないと、黒鉛が出来ないのである。

硅素の働に反して、滿俺は鐵中黒鉛の發出を妨ぐる。是は滿俺を含有する鐵は、凝結後に於ても同時に多量の炭素を吸収保持し得る爲めである。尙一つ注意すべきは、鐵は炭素を約四・三%含むことが出来るが、此の量は硅素滿俺の爲めに變ずる事實である。即ち硅素ある者は、含み得る炭素の總量が少ないが、滿俺ある鐵は炭素を多量に含む事が出来る。從て熔鑄爐生産物の内で、硅素鐵中には炭素は少ない上、其の有する炭素は殆んど悉く黒鉛である。又銑鐵、滿俺鐵等は多量の炭素を含むにも係らず、八十%の滿俺を含む滿俺鐵は、七五%の炭素を含む、殆んど總ての炭素が、結合炭素として存在して居る。尙最も大切なことは、銑鐵中に於て鼠銑鐵と、白銑鐵との二種類の差異の生ずる

鼠銑と白銑と分るる所以

は、全く此黒鉛炭素の有無から來る點である。黒鉛があれば、其鐵塊を破碎して鼠色を呈するし、黒鉛がなければ白色を呈する。從て鼠銑鐵は硅素の多い、滿俺の比較的少ないものであり、又白銑鐵は滿俺の多い、硅素の極めて少ないものであることが判然する。

尙硅素、滿俺より以外の元素の影響は、極めて微々たるもので、又然らざる場合にも、實用上に必要のないものである。其大要を見るに、クロミウム、硫黄、砒素、安質母尼、錫は黒鉛の發生を妨げ、之に反してアルミニウムは之を増進し、又銅、磷素等殆んど其の影響を認めない。

黒鉛の出現に對しては、以上の如く鐵中の諸元素が關係ある外に、其鐵の高温度より冷却する度も、影響すること大なるものである。即ち同じ銑鐵を採りて見ても、徐々に冷却せしものは黒鉛能く發達し、又比較的急に冷却せしものは黒鉛が少ない。鐵中に黒鉛炭素の分離出現するにも、一定の時間を要するものである。速に冷却した爲に、其に猶豫を與へなかつたものは、黒鉛少ない。例令ば鑄物工場にて、種々の大きさの鑄物に略ぼ同じ様に黒鉛を持たそし、

鐵鑄物中
硅素量の
加減

冷堅鑄物

即ち同じ大きさの粒の鑄物を造らんとするに、肉厚き鑄物には、地金の内の珪素分を少くするし、又之に反して肉薄き者には、其珪素分を多くすることは、其鑄物の肉の厚薄によりて、高温度より冷却する度に遲速の差があるからである。或る種の銑鐵にて相當量の炭素(三・五・六%位)に、少量の珪素(〇・七%位)を有するものは、急に之を冷すときに白銑鐵になるが、緩冷せば鼠銑鐵となり得るものである。彼の冷堅鑄物は此理に基きて鑄造する、其外部は鐵型を用ゐ急冷せしめて堅くし、其内部は之を緩冷せしめし爲め、柔軟なるものを得た次第である。是より進んで銑鐵の特性につき、尙詳記する。

第二節 鼠銑鐵

鼠銑鐵

鼠銑鐵は黒鉛を有するものであるから、是非珪素を含有する、即ち其量五%迄に達して居る。又滿庵は普通少ないが、特別の場合には三%位を含有することがある。而して五%迄珪素ある中で三・五%以上のものは、普通に其の用途稀である。即ち鑄物工場等にて、鑄物に特に珪素を多くしたい場合に應用す

鑄造用銑鐵の分級法

ることがある。珪素量三・五%以下のものが、最も普通に製造され又は應用せらるゝものである。即ち其の重なるものはベセマー銑鐵や、鑄造用銑鐵である。併しベセマー銑鐵は、多くの場合には製鐵所で自ら造り、進んで自ら之を鋼の原料に供する。其成分に付ては、後に製鋼法を述ぶる場合に論ずる。

鑄造用銑鐵の分級法

鑄造用銑鐵は、日々市場に於て之を販賣取引するに、其種類に應じて直段を高下するものである。而して之を分級するには、其製造所にて、銑鐵破面の有する鐵粒の大小、及び色の濃淡を見て番號をつけて居る。此等の差別は、略ぼ當該銑鐵の珪素の多少を知る標準となるのである。即ち最も大なる鐵粒と、最も濃厚なる鼠色を呈するものは、最も黒鉛の發達よろしきものである。而して鑄造用として鑄物の珪素量を増し得て、之を軟靱ならしめ得るものであるから、最も高價である。之を第一號とする、其から段々銑鐵粒小に、色薄淡となるに従ひて、第二號以下に命名する。其分級する標準は無論産地によりて、其詳細を異にするものである。今本邦にて盛に使用するレドカー銑鐵を造る、

英國ミッドルズブロー(クリーブランド地方にて用ゐるものを舉ぐれば、左の通りである。

| 銑鐵番号 | 第一號 | 第二號 | 第三號 | 第四號 (煉鐵原料) | 斑銑鐵 | 白銑鐵 |
|------|------|------|------|---------------|------|------|
| 炭素 | 三・二〇 | 三・三六 | 三・六四 | 二・八〇 | 三・〇九 | 三・〇五 |
| 硅素 | 三・五〇 | 二・九〇 | 二・五九 | 一・九三 | 一・〇一 | 〇・六七 |

是は銑鐵の破砕面を見て區別して、後より其の有する化學成分を知つたものである。而して其硅素量も、略ぼ番號と釣り合つて居る。第四號以下は、熔鑛爐操業の調子の惡るい時に出来るもので、鑄造用として殆んど用をなさぬものである。

又米國南部アラバマ州にては、第一號より第十號迄、十種に分級するし、獨逸にては、第一號より第五號の五種に分級するも、磷素を多量に含む銑鐵になると、價値が低いから、第三號より始めて第七號迄に命名した。近來同國市場に於ては、最も粗粒なるを第一號とし、其次に位すべきを直に第三號として、第二號

HELGHEIM

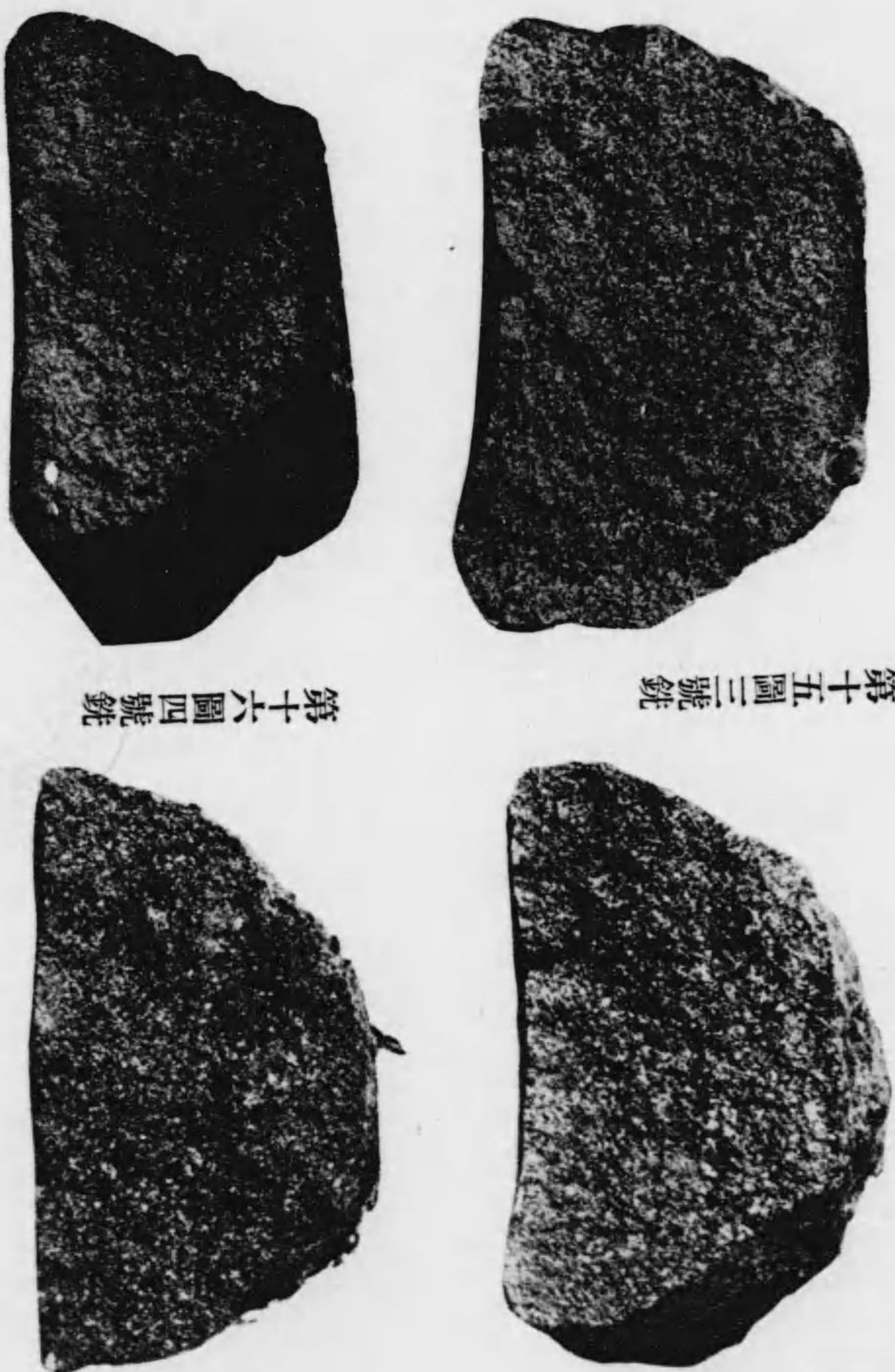
銑石銑鐵の破面(實物の約二分の一)

第十三圖一號銑

第十四圖二號銑

第十五圖三號銑

第十六圖四號銑



なるものを省き、其他のものは等外として居る。

我國釜石鐵山でも、清國漢陽でも、第一號より第三號迄に分級し、其の下は白鉄鐵として居る。又釜石にては、其中間に最微粒なるものを、第四號とすることがある。第十三圖より第十六圖に示せる四圖は、釜石鉄鐵の破面を表す寫眞にして、其標準たるべき鉄鐵塊を選びて特に撮影したるものである。

以上の通り鑄造用鉄鐵は、其破面粒の大小、及び色の濃淡に據て分級し、賣買して居る。然るに鑄物工場にては、新しく鉄鐵を買入れる場合に、實際其硅素含有量に重を置くのである。例へば鑄物場にて、鑄直しする爲め屑物を用ゐる時に、新しく海鼠形鉄鐵を混加する。此鉄鐵に硅素が多ければ、夫れ程利益である。即ち屑物を益々多量に溶かし得るし、出來上つた鑄物が、韌軟になる。實際工場にて、一般番號の高い粒の粗いものを好むは、即ち硅素の多いものを選び、一手段である。言葉を換へて見れば、以上述べた鉄鐵の分級法は、其外觀に據りて鉄鐵の利用し得べき程度、即ち其硅素の多少を推定して、價値を云々するのである。

併し是は弊害が多い、其分級法は場所により、否同じ製鐵所でも、人々により相違する恐あるのみならず、其根本に於て全然間違て居る。先づ第一に熔鑛爐にて海鼠形銑鐵を造る場合に、其外觀を影響するは黒鉛其のものゝ多少であるが、此黒鉛の多少は直に硅素の多少に比例しない。今爰に甲の銑鐵ありとして、其中に硅素が多いとすれば、其の含むことが出来る炭素の總量が減ず、從て其鐵中の炭素は悉く黒鉛に現出し得るとするも、其黒鉛の量が少ない。之に反して乙の銑鐵にて、今少し硅素が少なく、從て炭素を一層澤山含有し、其の大部分が黒鉛となりて居るものがあるれば、其方に黒鉛が多い理である。從て甲乙二銑鐵の破面を比較すると、乙銑鐵の色が濃い。第十七圖は硅素を六・二五%有するもの、第十八圖は硅素を三・一五%有するものゝ破面の寫眞である。此二者を比較すれば、硅素の少ないものが却て其粒の粗いことを認むる。硅素の度を越へて多きものは、却て其色薄くして、硅素の最も少ないものと見誤らるゝ事實がわかる。

普通我々の所謂鑄造用銑鐵には、硅素が三・五%以下であるが、時としては此等

第十七圖銑鐵の破面(稍々縮寫す)

硅素含有量六・二五%



第十八圖銑鐵の破面(稍々縮寫す)

硅素含有量三・一五%



化學成分
に據れる
銑鐵分級
法

分級の困難に遭遇することがある。

其上に銑鐵に、黒鉛炭素の出現するのは、硅素のみならず、其銑鐵の高温度より冷却する度の遅速によりて變ずることがある。即ち同じ硅素を有するものでも、時と場合によりて其色が違ふ。硅素の少ない銑鐵が却て粒粗く、色濃鼠に表れて高い價を有する等のことがある。

以上の事實から、近來鑄造用銑鐵を分級するに、全然其外觀に據らずして、其化學成分、殊に硅素と硫黄の多少を基とする新法が出た。是は先づ亞米利加に唱道せられて、近來歐洲にも用ゐらるゝ様になつた。

曩に熔鑄爐操業の際に述べた様に(第九十八頁参照)其爐底部の熱が高くて、銑鐵に硅素が澤山入る時には、硫黄は却て少なくなる。此二者互に反對に増減する。然るに其他の成分中にて、滿俺は温度の高低により少しく其量を變ずるが、大略に論ずると其含有量の多少は、磷分、銅分と同じく、寧ろ其產地即ち原料の性質に據るのである。換言すると同じ製造所のもの、即ち同じ商標の下に販賣する銑鐵は、唯だ硅素、硫黄の量にて區別すればよいことになる。然も

各地方により其情況が違ふから、從て悉く一つの定つた規則の下に入れることは出来ない、各地方で夫々相應した分級法を採用して居る。
北米合衆國材料試驗協會にて、千九百四年に定めた方法を擧げる。

| 銑鐵 | 銑鐵 | 銑鐵 | 銑鐵 |
|--------|--------|--------|--------|
| 一號 | 二號 | 三號 | 四號 |
| 二七五% | 二二五% | 一七五% | 一二五% |
| 〇・〇三五% | 〇・〇四五% | 〇・〇五五% | 〇・〇六五% |
| 同上 | 同上 | 同上 | 同上 |
| 〇・〇四五% | 〇・〇五五% | 〇・〇六五% | 〇・〇七五% |

賣買者相互間、特別の規約なきときは、其硅素は右の量の一分を上下し得べく、硫黄は其超過量〇・〇二%を許した今右の範圍で計算すると左の通りになる。

| 銑鐵 | 銑鐵 | 銑鐵 | 銑鐵 |
|-------------|-------------|----|----|
| 一號 | 二號 | 三號 | 四號 |
| 三〇二五乃至二四七五% | 二四五五乃至二〇二五% | | |
| 〇・〇六五% | 〇・〇七五% | | |
| 〇・〇六五% | 〇・〇七五% | | |
| 〇・〇七五% | | | |

又露國鑄物師協會にては、先づ銑鐵の含有する磷にて分級する。即ち磷分が〇・一%以下を赤鐵銑鐵、〇・七%迄を普通銑鐵、〇・七%以上を含磷銑鐵に分ち、尙硅素量により左の通りにする。

| 銑鐵 | 銑鐵 | 銑鐵 | 銑鐵 |
|-------------|-------------|----|----|
| 一號 | 二號 | 三號 | 四號 |
| 一九二五乃至一五七五% | 一三七五乃至一二二五% | | |
| 〇・〇八五%迄 | 〇・〇九五%迄 | | |
| 〇・〇八五%迄 | 〇・〇九五%迄 | | |
| 〇・〇八五%迄 | 〇・〇九五%迄 | | |

其他滿俺は一〇%迄、硫黄は如何なる場合にも〇・〇八%以下を示して居る。
英國にても、磷分の少ない種類、即ち赤鐵銑鐵は、重に其化學成分により賣買するし、普通の鑄造用銑鐵でも、望みにより化學成分により取引する。其標準に倫敦の金物取引所にて決定した分級法がある。獨逸にては、一般に採用すべき標準成分を一定はしないが、大なる製鐵所にては、夫々自分で番號をつけ

て、何番は何程の硅素と硫黄とを有することを表示して、化學成分に據りて賣買することが流行する。

我日本にては、未だ鑄物工場に於て、何故第一號銑鐵を好むべきか、又硅素は如何なる働をなすかを知らないものが多い。一般に外國の銑鐵を輸入しても、其の番號等には、一切關係せず使用すると云ふ有様である。従て以上繰返し述べた様な、化學分析にて取引すると云ふ程度には、中々達しないのである。

第三節 白銑鐵

白銑鐵

白銑鐵には、明に黒鉛が出現しないものである。滿俺の多量を含有するか、或は硅素の量極めて少なき場合である。即ち普通に硅素は〇・八%を超過せぬ。他の磷分等になると、普通のものとは少ないが、トーマス銑鐵として鹽基性製鋼法に處すべきものは、二%位の磷分を有する。

硫黄分につきては、白銑鐵中に多量なることが普通である。是は熔鑄爐底部の熱度の低い時に出来るもの故、硫黄が澤山銑鐵中に殘留する次第である。

骸炭白銑
と木炭白銑

今爐で用ゐた燃料が骸炭であると其は普通、多量の硫黄を含で居るから、骸炭白銑鐵は木炭白銑鐵に比すると、一般に多量の硫黄分を含む。

滿俺量は製鋼用銑鐵になると、二%以上に達する。此滿俺の量一%迄のものは銑鐵の組織緻密であるが、一%以上になると光線狀の結晶を持つ様になる。之を要するに白銑鐵中、前記のトーマス銑鐵は、製鋼材料として最も盛に獨逸國及佛國の北部に製造せらるゝもので、主要なる一つの熔鑄爐製品である。併し其他の場合に白銑鐵は、熔鑄爐に於て鼠銑鐵製造の際に、故障の爲め爐の熱度著しく降下した場合に生ずるもので、其用途も少ない、僅に製鋼の際に、附加品として利用することが出来る位である。

第四節 銑鐵の化學分析表

終りに種々の銑鐵類、殊に日本に於て廣く用ゐらるゝものにつき、其化學成分を擧げると左の通りである。(各百分中)

釜石産銑鐵成分

銑鐵の分
析表

| 品別 | 炭素 | 硅素 | 滿 | 俺 | 磷 | 硫黃 | 銅 | 分析結果出所 |
|---------|------|------|------|------|------|------|-------|--------|
| 骸炭一號 | 三・四七 | 二・八二 | 〇・四〇 | 〇・一三 | 〇・〇三 | 〇・二五 | 釜石製鐵所 | |
| 同 二號 | 三・二八 | 一・八六 | 〇・三三 | 〇・一三 | 〇・〇六 | 〇・三一 | 同 | |
| 同 三號 | 二・八三 | 一・〇六 | 〇・三二 | 〇・一二 | 〇・一二 | 〇・三三 | 同 | |
| 木炭一號 | 三・二〇 | 二・二八 | 〇・三五 | 〇・二三 | 〇・〇二 | 〇・二五 | 同 | |
| 同 二號 | 二・九三 | 一・四一 | 〇・三九 | 〇・一二 | 〇・〇五 | 〇・二八 | 同 | |
| 同 三號 | 二・七三 | 一・〇二 | 〇・三一 | 〇・一一 | 〇・〇八 | 〇・三二 | 同 | |
| 白 銑 | 二・七八 | 〇・四七 | 〇・二一 | 〇・〇九 | 〇・一八 | 〇・四〇 | 同 | |
| 特別佐比内銑鐵 | 三・二二 | 一・一五 | 〇・三二 | 〇・一一 | 〇・〇一 | 〇・〇二 | 同 | |
| 再製銑鐵 | 三・四九 | 〇・九八 | 〇・七八 | 〇・一二 | 〇・〇一 | 〇・二五 | 同 | |

仙人産銑鐵成分(木炭製)

| 品別 | 炭素 | 硅素 | 滿 | 俺 | 磷 | 硫黃 | 銅 | 分析結果出所 |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|-------------|
| 製鋼用 一號 | 三・七三 | 二・八六 | 〇・一七 | 〇・〇五 | 痕跡 | 痕跡 | 〇・〇二 | 東京勸業博覽會審查報告 |
| 同 二號 | 三・七一 | 二・六一 | 〇・一六 | 〇・〇五 | 痕跡 | 痕跡 | 〇・〇二 | 同 |
| 鑄造用 一號 | 三・二七 | 四・〇一 | 〇・三九 | 〇・〇七 | 〇・〇三 | 〇・〇二 | 〇・〇二 | 同 |
| 同 二號 | 二・七六 | 四・二三 | 〇・四七 | 〇・〇六 | 〇・〇五 | 〇・〇六 | 同 | |

和銑—白銑成分(木炭製)

| 品別 | 炭素 | 硅素 | 滿 | 俺 | 磷 | 硫黃 | 銅 | 分析結果出所 |
|-------------|------|-------|------|------|------|------|------|-----------|
| 伯耆砥波産(上り) | 三・五五 | 〇・〇二 | 痕跡 | 〇・〇四 | 〇・〇一 | — | — | 著者分析 |
| 同 (下り) | 三・六一 | 〇・〇三 | 〇・〇一 | 〇・〇三 | 〇・〇一 | — | — | 同 |
| 出雲(田部長右衛門氏) | 四・四六 | 〇・一五 | 〇・一九 | 〇・〇四 | 〇・〇三 | 痕跡 | 痕跡 | 大阪博覽會審查報告 |
| 白(杉原吉彌氏) | 三・四八 | 〇・〇〇八 | 〇・三〇 | 〇・〇四 | 〇・〇四 | 痕跡 | 痕跡 | 同 |
| 安藝産 | 三・八〇 | 痕跡 | 痕跡 | 〇・一五 | 〇・〇二 | 〇・一一 | ナニウム | 廣島鐵山 |

清國漢陽產銑鐵成分(骸炭製)

| 品別 | 炭素 | 硅素 | 滿 | 俺 | 磷 | 硫 | 黃 | 分析結果 |
|----|----------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|-------|
| 一號 | 三・二乃至三・五 | 二・五乃至三・ | 〇・五乃至一・ | 〇・二乃至〇・ | 〇・二乃至〇・ | 〇・〇二乃至〇・ | 〇・〇二乃至〇・ | 漢陽鋼鐵廠 |
| 二號 | 三・二乃至三・ | 二・五乃至二・ | 〇・五乃至一・ | 〇・二乃至〇・ | 〇・二乃至〇・ | 〇・〇二乃至〇・ | 〇・〇二乃至〇・ | 同 |
| 三號 | 三・二乃至三・ | 二・五乃至二・ | 〇・五乃至一・ | 〇・二乃至〇・ | 〇・二乃至〇・ | 〇・〇二乃至〇・ | 〇・〇二乃至〇・ | 同 |

英國產銑鐵成分(骸炭製)

| 品別 | 炭素 | 硅素 | 滿 | 俺 | 磷 | 硫 | 黃 | 分析結果 |
|---------|------|------|------|------|-------|-------|-------|--------------|
| レドカ1號 | 三・八三 | 二・三三 | 〇・七一 | 一・五六 | 〇・〇六 | 〇・〇六 | 〇・〇六 | 分析結果 出所 チャーチ |
| 同 三號 | 三・七三 | 一・四五 | 〇・五八 | 一・六七 | 〇・〇七 | 〇・〇七 | 〇・〇七 | 同 |
| ガルトセリ1號 | 三・三五 | 二・四五 | 一・二五 | 〇・七五 | 〇・〇一五 | 〇・〇一五 | 〇・〇一五 | 同 |
| 同 三號 | 三・三五 | 二・〇〇 | 一・一〇 | 〇・七五 | 〇・〇三五 | 〇・〇三五 | 〇・〇三五 | 同 |
| ブレナボン二號 | 三・〇〇 | 三・五〇 | 〇・七五 | 〇・〇六 | 〇・〇五 | 〇・〇五 | 〇・〇五 | 同 |

國產銑成分

| | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|---|
| 同 四號 | 二・八〇 | 二・五〇 | 〇・七五 | 〇・〇六 | 〇・〇五 | 同 |
|------|------|------|------|------|------|---|

各種銑鐵及合金銑鐵成分

各種銑鐵及合金銑成分

| 品別 | 炭素 | 硅素 | 滿 | 俺 | 磷 | 硫 | 黃 | 銅 | 分析結果 |
|-------------|------|----------|----------|------------|--------------|-------|-------|---------|------|
| 八幡製鐵所產 | 三・一六 | 二・三四 | 二・〇七 | 〇・八五 | 〇・〇五四 | 〇・〇二六 | 八幡製鐵所 | 分析結果 出所 | |
| ベセマ1號 | 三・九三 | 二・三九 | 一・一九 | 〇・〇八 | 〇・〇二 | 〇・〇二 | 同 | 同 | |
| ヘマタイト銑 | 三・八 | 一・一 | 二・四 | 三・〇 | 〇・〇五 | — | — | — | |
| 獨逸 鐵 | — | — | — | — | — | — | — | — | |
| 瑞典 鐵 | — | 〇・一乃至〇・五 | 〇・一乃至〇・三 | 〇・〇一乃至〇・〇三 | 〇・〇〇三乃至〇・〇〇五 | — | — | — | |
| 木炭 鐵 | — | — | — | — | — | — | — | — | |
| 英國 鐵 | 三・〇三 | 〇・二八 | 〇・一六 | 〇・〇二 | — | — | — | — | |
| 白銑鐵 (可鍛鑄物用) | — | — | — | — | — | — | — | — | |
| 鑛石 鐵 | 四・一〇 | 一・五五 | 一・〇三五 | 〇・一八 | 〇・〇二 | 〇・〇二 | 鑛石製鐵所 | 同 | |
| 同 | 四・九八 | 一・一二 | 二・〇三七 | 〇・二四 | 〇・〇一 | 〇・一八 | 同 | 同 | |
| 同 滿 俺 鐵 | 六・八二 | 〇・四二 | 五・〇四三 | 〇・三一 | 痕跡 | 〇・二二 | 同 | 同 | |
| 同 | 七・三五 | 〇・三八 | 七・〇五八 | 〇・三八 | 痕跡 | 〇・二〇 | 同 | 同 | |

| | | | | | | | | | |
|------|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|
| 英國 | 滿僱 | 同 | 獨逸 | 滿僱 | 英國 | 獨逸 | 滿僱 | 英國 | 獨逸 |
| 產 | 鐵 | 鐵 | 鐵 | 鐵 | 鐵 | 鐵 | 鐵 | 鐵 | 鐵 |
| 一三九 | 七五 | 七五 | 七五 | 七五 | 二二 | 二二 | 二二 | 二二 | 二二 |
| 二二五 | 一五 | 一五 | 一五 | 一五 | 二〇 | 二〇 | 二〇 | 二〇 | 二〇 |
| 一九二五 | 八二五 | 八二五 | 八二五 | 八二五 | 〇・二 | 〇・二 | 〇・二 | 〇・二 | 〇・二 |
| 〇・〇五 | 〇・二 | 〇・二 | 〇・二 | 〇・二 | 〇・二 | 〇・二 | 〇・二 | 〇・二 | 〇・二 |
| 痕跡 | — | — | — | — | 〇・四 | 〇・四 | 〇・四 | 〇・四 | 〇・四 |
| 〇・〇一 | — | — | — | — | 〇・二六 | 〇・二六 | 〇・二六 | 〇・二六 | 〇・二六 |
| | | | | | 〇・六一 | 〇・六一 | 〇・六一 | 〇・六一 | 〇・六一 |

鑄物工場にては、鑄造物の性質に應じて原料たる銑鐵を種々加減せねばならぬ。鑄造業に於て成功せんとする秘訣は、一は此間の消息を詳にすることに歸する。如何なる鑄物に、如何なる成分の銑鐵を用ふべきやを論ずるは、餘り立ち入る次第である故、茲には之を省く。曩に述べた様に、同一の名義で販賣する銑鐵は、略ぼ同一の特徴を有する、今参考の爲め之を左に述べん。

釜石銑鐵には、滿僱少なく(〇・三%)、磷少なし(〇・一%)。仙人銑鐵には、滿僱少なく(〇・二%)、磷極少(〇・〇六%)、又硅素殊に多し(四%)。和銑は極めて純粹。漢陽銑鐵には、滿僱量通常(〇・七%)、磷少なし(〇・二%)。レドカー銑には、滿僱量通常(〇・七%)、磷極多(一・六%)。ガルトセリー銑には、滿僱多く(一・二%)、磷多し(〇・七%)。ブレナボン銑には、滿僱量通常(〇・七%)、磷極少なりとす(〇・〇六%)。

銑鐵成分の特徴

第三編 鍊鐵及鍊鋼製造法

此等の鐵類を製造する際、其熱度は該鐵類自身の熔融溫度以下である、從て鐵が十分流動状態でなかつたから、各鐵粒間には鐵滓を介在して居る。鐵滓は製造に際し成生したもので、重に硅酸鐵より成り立つが、其存在は此等鍊鐵鍊鋼獨特の點で、其量は〇・一%以上二%迄に達して居る。鍊鐵は其性軟靱にして、高溫度に熱し急に冷却せしむるも、著しく硬さを増さざるもの、即ち焼入れの出來ざるものなれど、鍊鋼は其性堅靱にして、以上の方法により十分硬度を増すものである。斯く相違を來せるは、其の含有せる炭素量、是が主因をなす。鍊鐵は極めて少量の炭素を有するも、鍊鋼は其〇・五%以上を有するものである。

鍊鐵及鍊鋼の特徴

鍊鐵は又鍛鐵或は單に略稱して鐵(テツ)と稱ふることがある。昔時各種の目的に用ゐられて、唯一の材料であつたが、近年に至りて軟鋼の應用最も盛となつた爲め、鍊鐵の用途大に縮少した。併し特殊の場合、即ち殊に鍛鍊して形を

鍊鐵の用途

與へ、又は鍛接するの必要あるもの、又は腐敗し易き場所には、好んで鍊鐵を利用するものである。鍊鋼は古來専ら及物用として用ゐられ、我國に於ても日本刀の材料たる鋼(和鋼)は、此の鍊鋼の一種である。

以上の如く鍊鐵と鍊鋼とは、其性質に於ても亦用途に於ても、大に差があるけれど、其成分を見ると其差別は、主に含有炭素分の多少に歸因するのである。其製造も全く同じ様なもので、同一原料より製造し得べきものである。今製造法を述ぶるに鍊鐵を主として、所々に鍊鋼に及ぼすことゝする、而して其方法に二つの別がある。

第一章 直接製鐵法

直接製鐵法

鐵鑛石より直ちに鍊鐵を製造する方法は、小さき爐に鐵鑛石の細碎せるものと、木炭とを入れて風を送り熱するのである。即ち鐵分は鑛石中より還元せらるゝが、其爐内の熱度低いから、鐵は多量の炭素を吸収するに至らず、僅に鍊鐵又は鍊鋼を得るに留まる次第である。而して用ふる爐の形によりて、色々

區別がある。

低い爐即ち火窪にて製鐵を行ふものは、カタラン製鐵法又はアメリカ式鍊鐵製造法等である。前者は鐵鑛石と燃料とを爐に入れるに、爐内にて別々の箇所に置くが、アメリカ式にては、兩者を相混合して装入するのである。併し此等の方法は、現今殆んど其跡を絶つて之を施行して居ない。

他に稍々高き爐にてする場合がある。北歐のフィンランド、印度及び亞非利加の中部等に於て尙少しづゝ稼業して居る。仕事は前のものと大同小違である。此等の方法は往古は盛に行はれた、併し鐵分の歩留り悪しく、又高價の燃料を要して不經濟である。従て歐米に於ては殆んど其跡を絶つた。斯く不利の點は多いが、原料の純粹であり、又一部の鐵を損失し犠牲にする爲め、却て良好なる鐵類を得ることが出来る。我國に於て古來中國地方で盛に行はれ、現今尙盛に和鋼を製造する鉚押製鐵法は、實に此種の製鐵法に屬すべきものである。

和鋼製造法

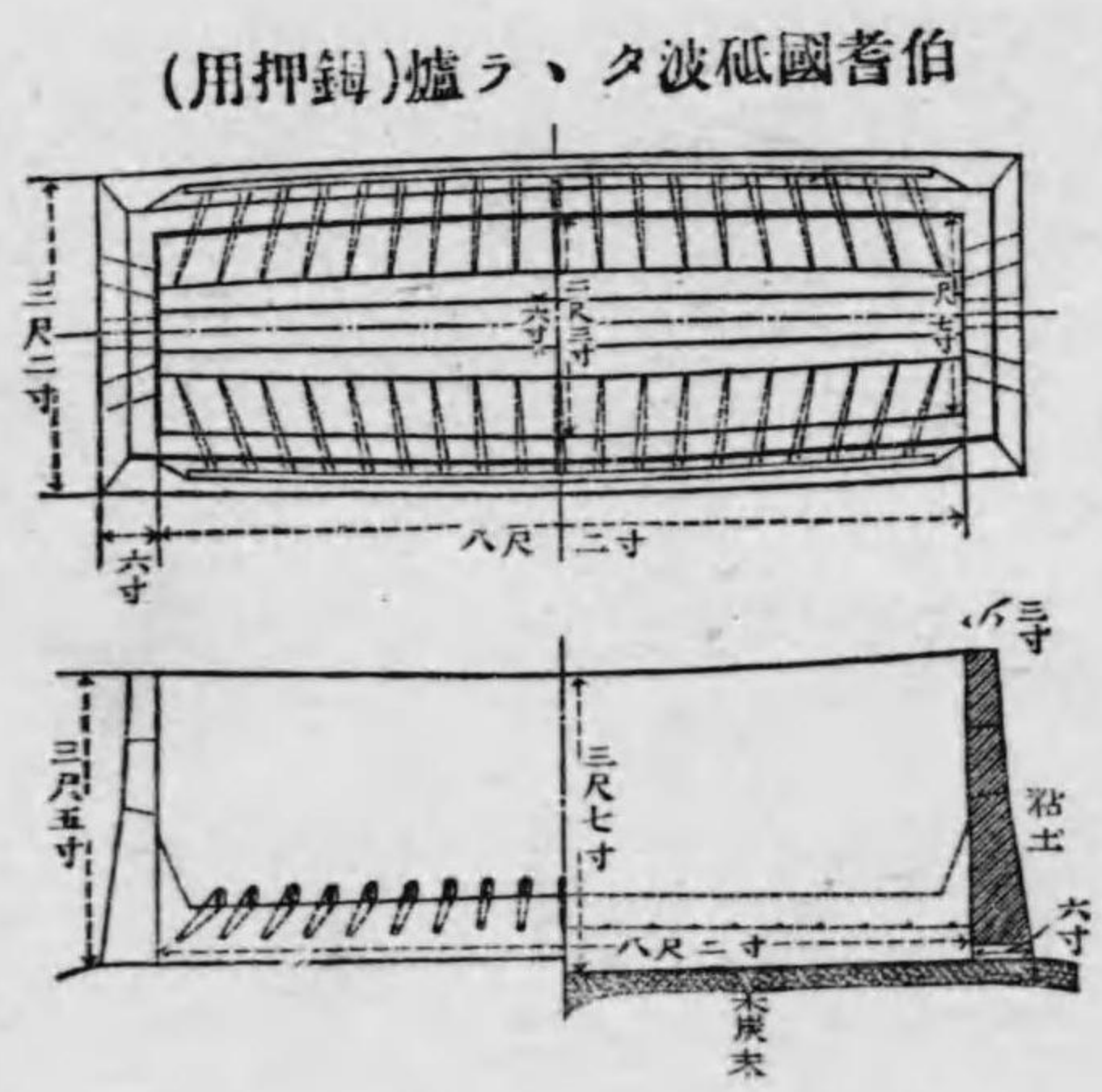
第一節 和鋼製造法(鉚押)

砂鐵鑛を原料とするもので、既に前に述べた様に、専ら眞砂小鐵を用ひて居る。此眞砂小鐵は極めて純粹なる、大粒の磁鐵鑛である。殊に鉚押の原料にすることに適ふものは、頗る高價である。又其産地も少ない、山陽道の方には餘り産しないので、山脈一つ越した山陰道に多く出づる。其も伯耆の西部より、出雲を経て石見の東部に至る間に限られて出づる。

和鋼製造法を行ふべき爐、又は其操業法は第百三頁に述べた、銑押に略ぼ等しいのである。唯相違せる重なる點は、爐底の傾斜、其の深さ、又羽口の大きさ等に於て之を認め得べく、又和鋼を目的とすべき爐は、高さが低い、普通三尺として居る。第十九圖及第二十圖は、伯耆國日野郡砥波にあつたタ、ラ爐を示すもの、又第二十一圖及第二十二圖は、爐と天秤輔との關係を示すものである。第二十三圖及第二十四圖は、爐の兩側に設くべき、送風用天秤輔を示すもの、是は備後國小鳥原にて使用せるものにて、一人の職工が足にて、交代に左右に踏み

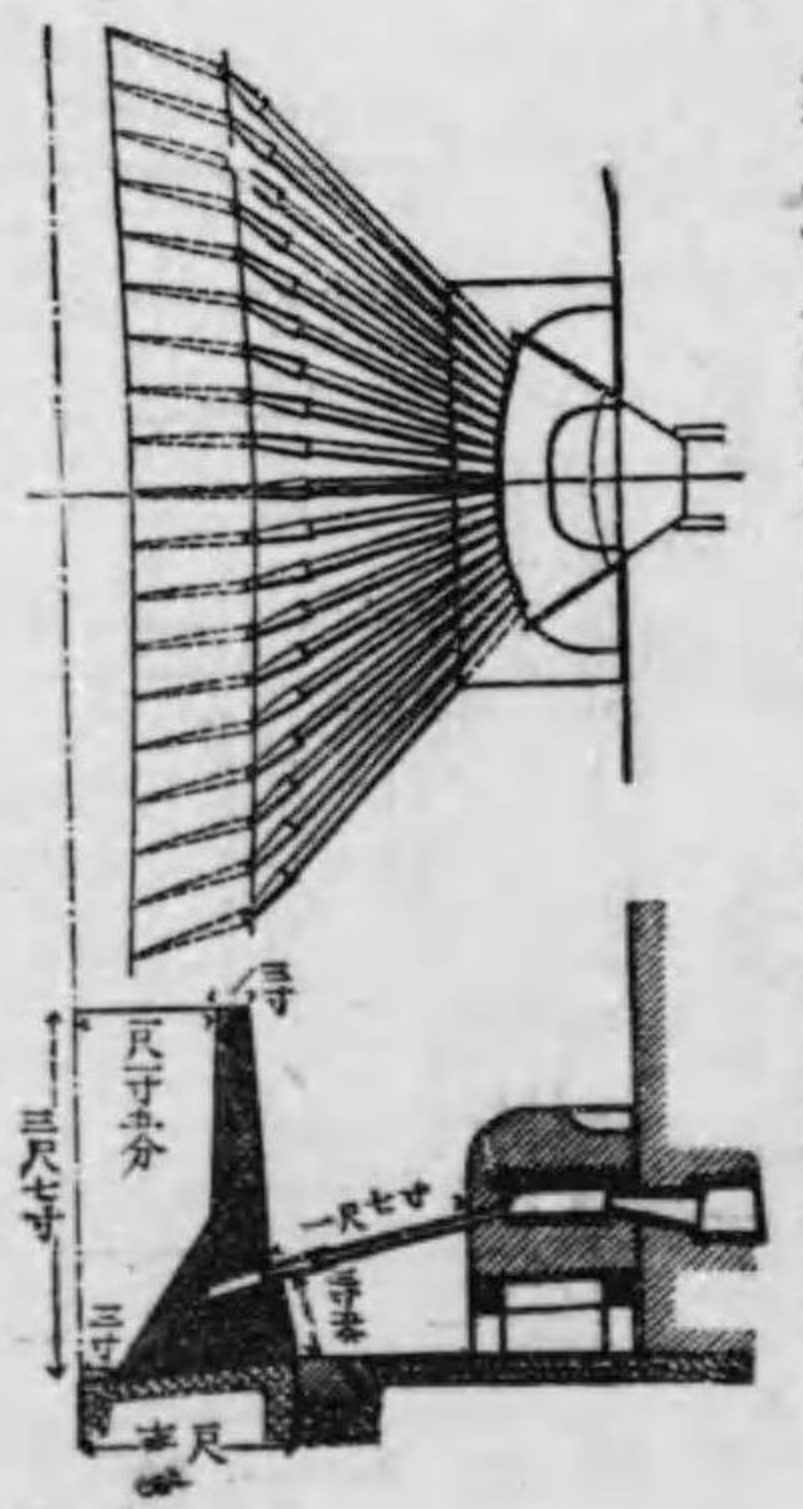
タ、ラ爐裝置

風を押し出す装置になつて居る。此等の圖面は何れも、著者の自ら測圖せしものである。



第十九圖平面圖 第二十圖側面圖

(用押鉚)爐ラ、タ波砥國耆伯



第二十一圖平面圖 第二十二圖縱斷面圖

タ、ラ爐と天秤輔との關係圖

圖の入装鐵砂 爐ラ、タ 圖五十二第

第三編 鑄鐵及煉鋼製造法

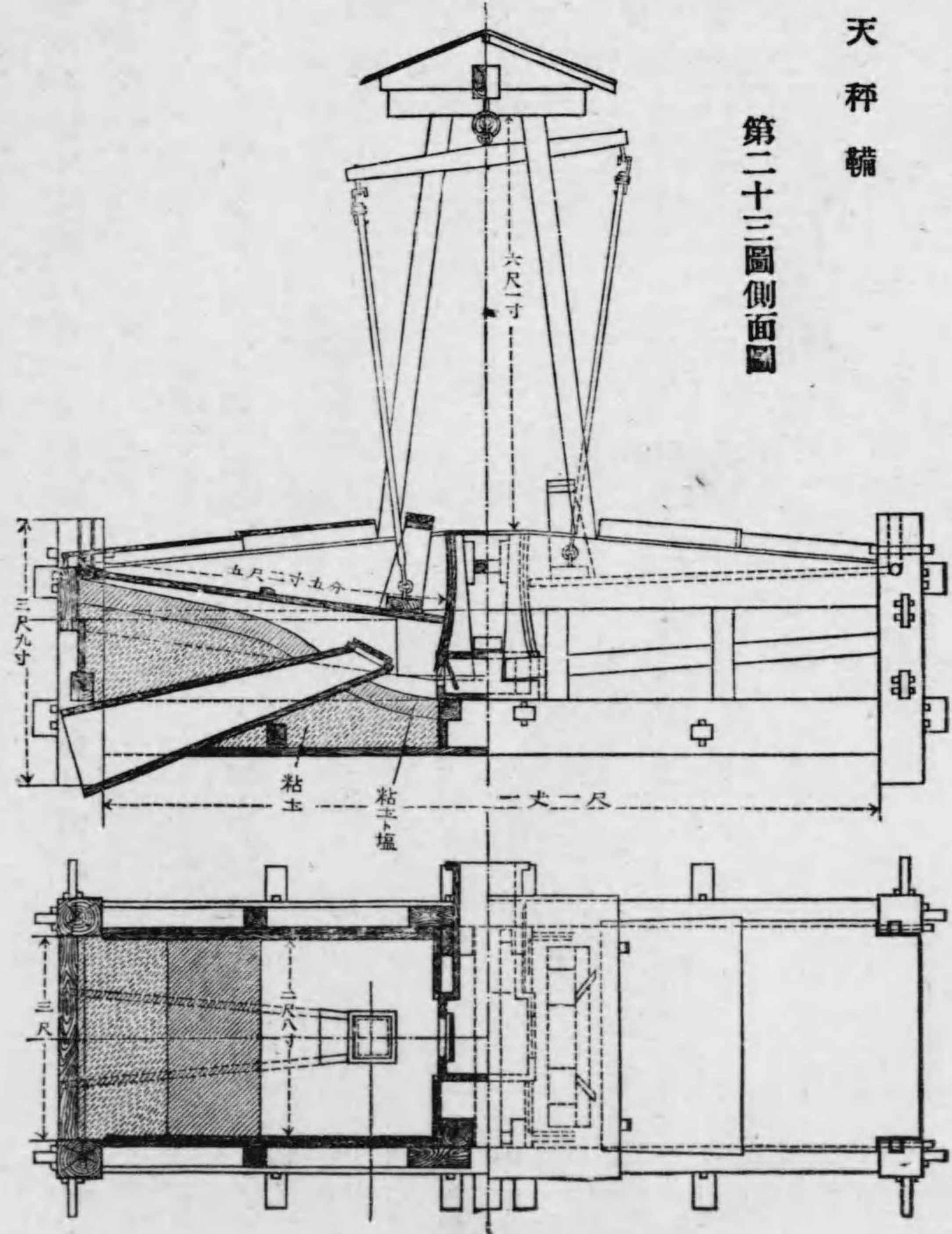


操業法は眞砂小鐵と木炭を爐に入れて風を送るので至極簡單である。第二十五圖は現に砂鐵を装入する模様を示す寫眞である。斯くて爐中には鐵が還元せられて爐底部に集る。併し是が炭素を吸収することの多少に據り、或は煉鋼(炭素を多く含む)となり、又は煉鐵(炭素を少し含む)となるのである。其の出来る工合は種々の調子に據り違ふので何程だけ何が出来るとは一定しない。又最も熱高く木炭と長く接觸して

鐵と鋼

天秤 輔

第二十三圖側面圖



圖面平圖四十二第

居た鐵は、炭素を最も多量に吸収して銑鐵になることが出来るから、時々爐の
 兩端に孔を開けて銑鐵を流し出して居る。

第二十五圖の中央にある爐の下に、左右に白く見ゆるは此湯出し口である。
 此鉚押として鍊鋼を主眼とせるものにては、其砂鐵の性質又は爐の工合、或は操
 業の如何に據つて其生産物を巧妙に加減して居る。其の爲めに銑鐵の出來
 るのは少ない、一方では鍊鋼や鍊鐵は出來たまゝ、十分熔融することが能はな
 いから、爐の底部に粘著して居る。斯くして爐壁内側は段々浸蝕せられて、終
 に三晝夜の後には、爐壁薄く殆んど自ら崩れるに至るのである。而して爐底
 には、底部全大に擴がる鐵塊鉚が滯積して居る。併し是は鍊鋼も、鍊鐵も、亦は
 銑鐵をも混合せるものである。今爐を崩して、之を取り出して放冷せしむる。
 第二十六圖は現に鉚鐵塊引出し中の作業を示す寫真である。
 其後約一日經て高さ櫓より一噸も重さのある重錘を落して之を破碎する。
 而して一小塊毎に其破面に應じて、硬軟の度を定むる爲め、巧に外觀に據り之
 を選別する。其内で鋼は最上製品となし、一寸大より二寸位に碎きて販賣す

圖のし出引鐵鉚 爐ラ、タ 圖六十二第



る、其最上なるものを頃鋼と云
 つて居る。銑鐵は鑄物又は進
 んで鍊鐵の材料とする。他の
 塊にして其質銑鐵に近き鐵又
 は鍊鐵或は各種の鐵の混合物
 で、到底一つ一つに選別の出來
 ないものを總稱して鉚と稱し、
 鍊鐵の原料に供するのである。
 三晝夜の操業、俗に一代間に其
 産する額は、場所により其差あ
 り、共、砂鐵三千四百二十貫目、木
 炭三千六百貫目を費し、銑鐵四
 百二十貫目、鋼三百貫目、鐵二百
 七十貫目を得た例を擧げるこ

とが出来る。(砥波爐明治三十年頃一ヶ年平均數斯く一代の終りに大鐵塊を取出して空中にて放冷せしめたものを時に火鋼一名干草鋼と稱し、又之を直に水中に投じ冷却せしめたるものを破砕し選別する時は水鋼或は出羽鋼出羽は石見の地名、干草は播磨の地名より來ると稱することがある。此等の操業中に砂鐵は、爐内に於て還元せられ鐵と成り、同時に白熱木炭中より炭素を吸収して、適當に之を含有する。選別職人の好妙なる識別によりて鋼と名のついたものは、略ぼ〇・八%乃至一・八%位の炭素を有して居る。此等は古來日本刀の材料たるのみならず、現今でも色々の切れ物に用ゐられて居る。殊に其炭素量稍少なく、比較的柔靱で容易に破砕することの出來ないものは、以前に大塊のまゝ玉鋼と唱へて、吳海軍工廠に送り、鎔鋼の素材として居つた。是は畢竟するに砂鐵も純粹であるし、木炭を用ゐる爲め、製造したものは頗る良好にして、鍛接し易き鋼を得らるゝし、而して燐の如き有害物は、最も少ない爲めである。併し最近洋鋼の盛に輸入使用せらるゝ爲め、漸次和鋼の用途縮少されつゝあるのである。

| 品別 | 炭素 | 滿俺 | 硅素 | 磷 | 硫黃 | 銅 | 分析結果 |
|---------------------|------|----|-------|-------|-------|----|---------------|
| 伯耆國砥波爐、最上鋼 | 一・三三 | 痕跡 | 〇・〇四 | 〇・〇一四 | 〇・〇〇六 | — | 果析者 |
| 同 玉鋼 | 〇・八九 | 痕跡 | 〇・〇四 | 〇・〇〇八 | 痕跡 | — | 同 |
| 伯耆國產、水鋼 (清水權四郎氏) | 一・五四 | 痕跡 | 〇・〇一八 | 〇・〇一七 | 痕跡 | 痕跡 | 大阪博覽會 審査報告 |
| 同 火鋼 | 一・四九 | 同 | 〇・〇二二 | 〇・〇一六 | 同 | 同 | 同 |
| 同 白鋼 | 一・四三 | 同 | 〇・〇二二 | 〇・〇一一 | 同 | 同 | 同 |
| 同 (近藤喜八郎氏) | 一・二〇 | 同 | 〇・〇一九 | 〇・〇一八 | 同 | 同 | 同 |
| 同 (同) | 一・八四 | 同 | 〇・〇二一 | 〇・〇二一 | 〇・〇〇六 | 同 | 同 |
| 同 (同) | 一・二三 | 同 | 〇・〇一〇 | 〇・〇〇九 | 痕跡 | 同 | 同 |
| 同 (同) | — | — | — | — | — | — | — |

伯耆國日野郡砥波爐に於て明治三十一年八月中、實際に装入して居た砂鐵鑛(籠り小鐵、籠り次小鐵、上り小鐵、下り小鐵)及び出來た鑛滓につきては、鑛石の項に其化學成分を載せてある(三十七頁及四十二頁參照)又造つた銑鐵は、曩に他のものと一括して掲載した(百二十三頁參照)。今和鋼の成分を擧げる。

| | | | | | | | |
|-----------------------|-----|---|------|------|---|---|---|
| 出雲國産、鋼二號 (田部長右衛門氏) | 一四四 | 同 | 〇〇一一 | 〇〇一八 | 同 | 同 | 同 |
| 同鋼回印三號 | 一四八 | 同 | 〇〇一一 | 〇〇一六 | 同 | 同 | 同 |
| (同) | 同 | 同 | 同 | 同 | 同 | 同 | 同 |
| 同天印一號 | 一四九 | 同 | 〇〇二四 | 〇〇一七 | 同 | 同 | 同 |
| (同) | 同 | 同 | 同 | 同 | 同 | 同 | 同 |
| 同鋼八號 (櫻井三郎右衛門氏) | 一〇二 | 同 | 〇〇二一 | 〇〇四〇 | 同 | 同 | 同 |
| 火鋼 (杉原吉彌氏) | 一五五 | 同 | 〇〇〇六 | 〇〇一九 | 同 | 同 | 同 |
| 水鋼 (同) | 一四三 | 同 | 〇〇二四 | 〇〇二四 | 同 | 同 | 同 |

第二章 間接製鐵法

鐵鑛石より銑鐵を造り、之を酸化作用にかけて、其内の炭素を燃焼除去せしめて、鍊鐵又は鍊鋼をも製造するのである。其熱を加ふる装置と、用ゐる燃料とにて、二つに區別する。

第一節 木炭鍊鐵及鍊鋼製造法

低い小さな爐即ち火窪で、丁度前に直接法に用ゐた様なものに、木炭を用ゐて

木炭鍊鐵及鍊鋼製造法

銑鐵を鎔融し、之に酸化作用を與へるのである。其際に燃料として木炭を用ゐるから、其の製造したものは木炭鐵の稱がある。是も燃料が高價で、仕事に手數がかゝるから、頗る不經濟ではあるが、木炭其ものが、燃料として善良なる性質である上に、一度に取扱ふ量が少ないから、入念の仕事をする爲め、最も好良なる鍊鐵や、鍊鋼を得ることが出来るのである。

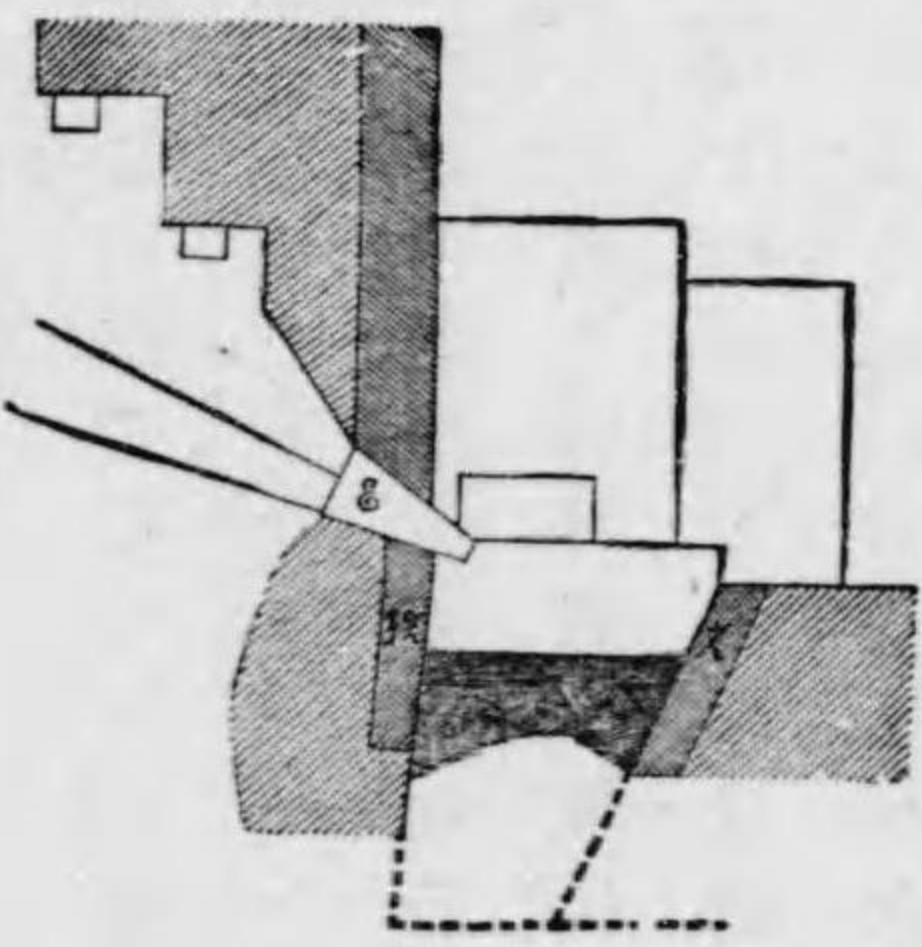
瑞典國に於て盛に造つて居て、多量に英國へ輸出して、蹄鐵や又は坩堝鋼を造る原料に供する。彼の有名なる瑞典鐵は即ち此のものである。又ウラル山にては、之を以て盛に露西亞特有の薄鐵板を造り、埃國のスタイエルマルクにては、良質の鋼を製造して居る。

我國に於ては古來中國地方で、同地方産出の白銑鐵や、又は鉬などを原料として、鍊鐵を製造して居る。所謂庖丁鐵は此類である。従て庖丁鐵の内、其原料の純粹なるものを用ゐたるものは、誠に善良なる鍊鐵である。即ち伯耆、出雲の諸國より産出するものは、長く吳海軍工廠に於ける、好良の製鋼素材をなして居る。

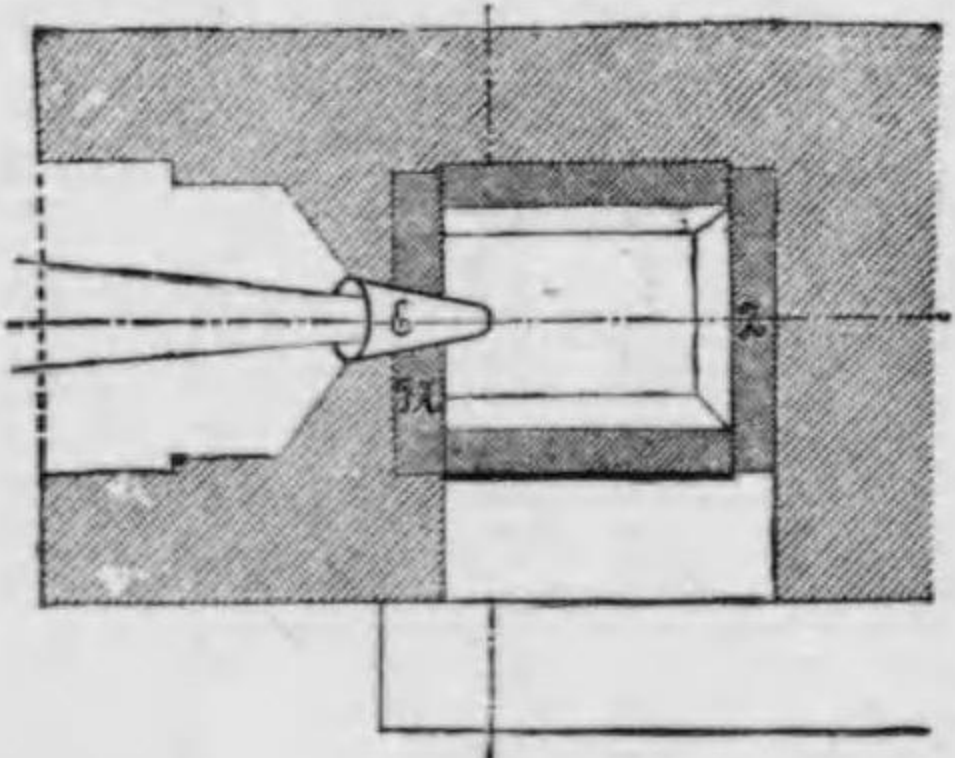
庖丁鐵

火窪木炭鍊鐵製造用

圖面斷側圖七十二第



圖面平圖八十二第



一 歐米に於ける製鐵法

吹米にて
木炭製
造法

埃國スタイエルマルクにて用ゐる火窪は、第二十七圖及第二十八圖に示す通り、丈夫なる鑄鐵板にて包围せらるゝものである。而してEなる羽口より風を送る。其底部に當る板を保護する爲め、其下に溝を設けて水を通して之を冷却して居ることがある。其の大きさは所により色々あるも、豎横共に二尺位で、深さ六、七寸である。又羽口の數も色々であるが、普通には一個の羽口が

一側壁にあるのである。

仕事をするには、先づ其底に木炭末を敲き詰めて、其上に酸化鐵に富める精良鐵滓を敷き詰めて形造る。先づ木炭を入れて熱し、其上に銑鐵を置き、又上に木炭及び鐵滓等を加へる。其際に銑鐵は大なる板形の塊にして、爐の途中に棚がる様にする。又所によれば、缺にて銑鐵塊を挟みて、丁度爐中羽口の前に横はる様にすることもある。斯くして爐の溫度が高まりて、銑鐵が段々鎔融して點々落下する。其の途中で風の爲めに酸化されたり、又爐底にて鐵滓の爲めに、同様に酸化作用を享けて、其内の炭素、硅素、滿俺は除去せられる。而して遂に火窪の底には、此等の元素を含むことの少なき鐵類、即ち鍊鐵が出来るのである。若し又炭素等の除去せらるゝ反應を、途中で中止せしむると、尙炭素を可なり含んで居るもの、即ち鍊鋼が出来るのである。併し斯く一回丈、鎔融し酸化せしめて目的を達するのは極めて稀である。即ち原料とした銑鐵中に、硅素、滿俺等の最も少なき場合に限る。而して普通の銑鐵であると、二回繰り返すのである。即ち一度爐底に落ちたるものを、今一

度上げて再び熔融酸化せしむる、或は三回之を繰返すこともある。併し最も一般に行はるゝものは、二回熔融する方法である。瑞典で盛に行はるゝ、ワロン式の一種なる、スウィーデン、ランカシャ式は之に屬する。世に所謂本スキツル鐵は此式の製造品である。而して此式に依ると、一回に三十貫内外の銑鐵を處して、二時間にて仕事を終る。鍊鐵を得る時は二十六貫弱、即ち八割四分の歩留りを得、略ぼ同量の木炭を費やすし、又鍊鋼の場合には、同じ原料から、二十七貫位を得ると云ふことである。斯くして得たものは、鉄にて爐より取出し、鐵錠にて適當の形ちに打延ばして製品とする。

木炭鍊鐵及鍊鋼成分

| 品別 | 炭素 | 滿 | 俺 | 硅素 | 磷 | 硫黄 | 銅 | 分析結果出所 |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|---|--------|
| 瑞典木炭鐵 | 〇・二七 | 痕 | 跡 | 〇・〇七 | 〇・〇二 | 〇・〇四 | — | ホスマア氏 |
| 瑞典ランカシャ鐵 (リットル、エス) | 〇・〇五 | 〇・二一 | 〇・〇四 | 〇・〇一 | 〇・〇一 | 痕跡 | — | ホスマア氏 |
| ダンネモラ鋼 | 〇・八四 | 〇・〇五 | 〇・二二 | 〇・〇七 | — | 〇・〇七 | — | ホスマア氏 |

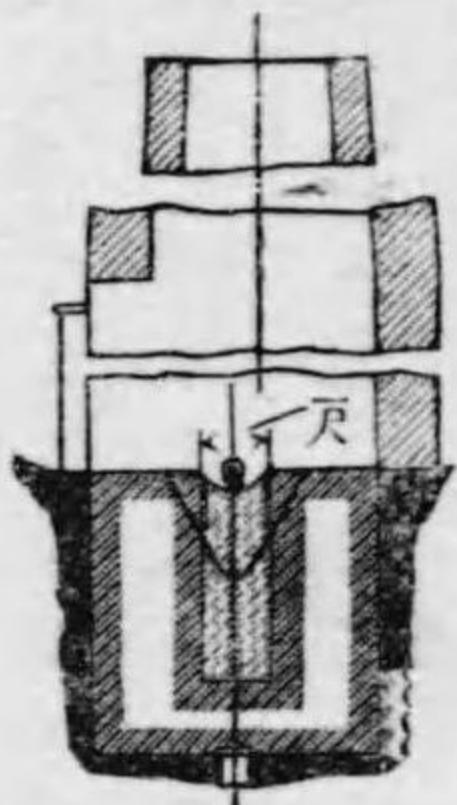
二 和鐵製造法(庖丁鐵)

本邦に於て古來中國地方で、盛に鍊鐵を造つて居るが、其原料としては、主に砂鐵から造つた白銑鐵を用ゐる。即ち間接法に據るのである。鍊鋼は鑛石より直接に、之を製造して居るが、鍊鐵は同じ様に造つて居ない。其上に歐洲にて、前記の通り銑鐵より鍊鋼をも造つて居るが、我國にて此の除炭作業を中絶し、銑鐵より鍊鋼を造ると云ふ技術が、發達しなかつたので、此等が能ないのである。

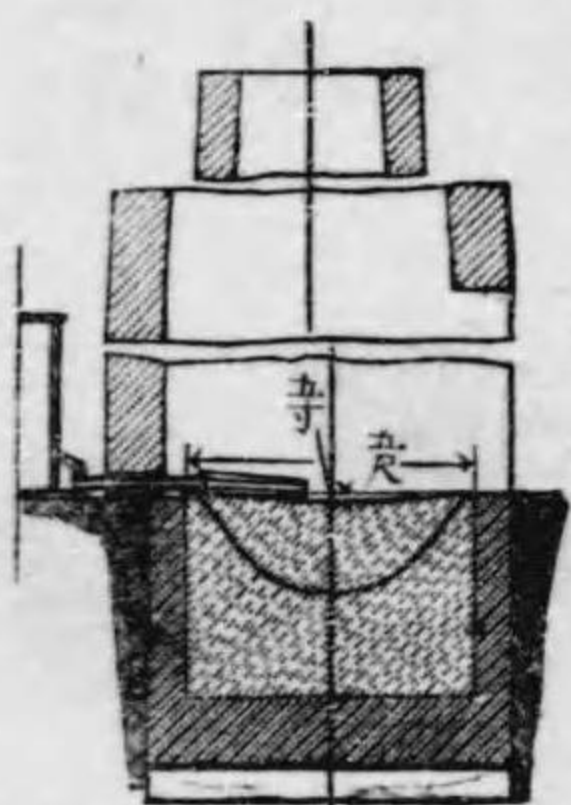
再言すれば本邦にては、古來鍊鋼は鑛石より直接に、又鍊鐵は銑鐵より、間接に造つて居た次第である。而して鍊鐵の原料は白銑鐵、即ち炭素以外の除去すべき不純物が少ない鐵であるから、一回熔融にて事が足りるものであるが、古來二回に分つて居る、或は仕事を分つと云ふ點から、由來したのである。

製鐵する場處は大鍛冶屋と稱して、略ぼ同形なる火窪爐二箇を設けてある。而して其構造は第二十九圖及第三十圖に示したもので、各々長さ五尺、幅一尺、深さ五寸位のものにて、爐底以下は木炭末にて、敲き上げたもので出來て居る。

第二十九圖縱斷面圖



第三十圖側斷面圖



和鐵製造用火窪

其下に溝を通して、水を抜いて居る。兩側は粘土にて堅め、羽口は粘土管にて、爐の長さに沿ひ置かれる。木製差し吹き輪を用ゐて送風をして居る。而して一方を下げ場と云ひ、他方を本場と稱する。
先づ下げ場に銑鐵八十貫目を入れる、之を羽口の前に、穹形を形成せしめて積み上げ、而して木炭を用ゐて之を熔融せしむれば、漸次點下し、爐底部に沈積する。是は銑鐵中の炭素等の幾分が、除去せられしものであるが、其を俗に下げ鐵と唱へて居る。今之を十箇に分割して、其一つ一つを本場にて再び熔融し、鍊鐵に仕上る。又此の際に鉤鐵を用ゐるとせば、下げ鐵と共に直接に本場に入れて居る。本場にては丁度下げ場と同じであるが、不絶注意して鐵棒を用ゐて、出来る丈け爐内にて、鐵塊を風の働きに曝して居る。今十分除

下げ鐵

丁鐵

炭が濟み、仕事が終われば、鐵塊を挟み出して、鐵鏈にて鍛鍊して形を與へ、四箇に切斷し、庖丁鐵とするので、普通厚み三分、幅二寸位の帯形にして販賣する。斯くして一回に鍊鐵五貫で、一日に五十貫目を製造することになる。而して原料より其歩留りを計算すると、僅に六割二分五厘に當るのみである。又木炭の消費量は、鍊鐵の約二倍に當つて居る。
此等の製鐵法では、屢々述べた様に、銑鐵中の炭素及其他の元素は、空氣又は装入した鐵滓の爲め、酸化除去せらるゝのである。其と同時に有害なる硫黃分、殊に磷分の除去することが多いから、鍊鐵の成分も最も善良になるし、又一回に取扱ふ量も尠ないから、入念の仕事が出来て、組織の緻密なる良材を得るのである。然るに我國の庖丁鐵製造法の場合には、最も小仕掛であるから、善良なるものを得らるゝが、併し用ゐた原料たる銑鐵次第で、其に磷が多いならば、從て鍊鐵の性質が悪いのである。殊に備後、安藝國産のものに、此害が多い、其で近來同地方にても、除磷法を盛に工夫して居るが、畢竟其の至らぬ點は尙酸化鐵に富む鐵滓の利用法が足らぬ缺點に歸することが多い。即ち此仕事に於

て、澤山に鐵滓を加へ、其作用にて銑鐵の酸化を助くることゝすれば、一は歐洲に於ける同一作業の結果に比して劣りて居る歩留りも、一層能くなるし、他には除磷の目的を、一層能く達するのである。

今和鐵の有する化學成分を擧げる。

和鐵の成分

| 品別 | 炭素 | 滿俺 | 硅素 | 磷 | 硫 | 黄銅 | 分析結果出所 |
|---------------------|------|----|-------|-------|-------|----|---------------|
| 伯耆産庖丁鐵 | 〇・二二 | — | 〇・〇五 | 〇・〇二三 | 痕跡 | — | 果析所 |
| 安藝産同刃 | 〇・一一 | 痕跡 | 痕跡 | 〇・〇八一 | 〇・〇一 | — | 著者分析 廣島鐵山 |
| 伯耆産鍊鐵最上 (近藤喜八郎氏) | 〇・二二 | 同 | 〇・二三 | 〇・一〇一 | 〇・〇〇三 | 痕跡 | 大阪博覽會 審査報告 |
| 同積鐵印 | 〇・二五 | 同 | 〇・〇五四 | 〇・〇六三 | 〇・〇〇二 | 同 | 同 |
| 同二舍 | 〇・二五 | 同 | 〇・一〇三 | 〇・〇八五 | 痕跡 | 同 | 同 |
| 同因上 | 〇・二六 | 同 | 〇・〇四九 | 〇・〇八四 | 〇・〇〇三 | 同 | 同 |
| 同甲一舍 | 〇・二五 | 同 | 〇・一〇〇 | 〇・〇七七 | 〇・〇〇五 | 同 | 同 |

和鐵の成分

| | | | | | | | |
|--------------------|------|---|-------|-------|-------|---|---|
| 同黒一鎚地 | 〇・二三 | 同 | 〇・〇六八 | 〇・〇五六 | 痕跡 | 同 | 同 |
| 同延鍊鐵 | 〇・二四 | 同 | 〇・〇六一 | 〇・〇六一 | 〇・〇〇四 | 同 | 同 |
| 同鍊鐵(鑿地)入下 | 〇・二五 | 同 | 〇・〇七三 | 〇・〇八四 | 〇・〇〇五 | 同 | 同 |
| 同積鐵 | 〇・二五 | 同 | 〇・〇二六 | 〇・〇六五 | 痕跡 | 同 | 同 |
| 同鍊鐵小割 (山本近太郎氏) | 〇・二四 | 同 | 〇・一九 | 〇・〇七二 | 同 | 同 | 同 |
| 同丸近 | 〇・二五 | 同 | 〇・一一二 | 〇・一〇五 | 〇・〇〇四 | 同 | 同 |
| 同平獨五號 (田部長右衛門氏) | 〇・二五 | 同 | 〇・一一〇 | 〇・〇三一 | 痕跡 | 同 | 同 |
| 同板鐵六號 | 〇・二八 | 同 | 〇・二二六 | 〇・〇四二 | 〇・〇〇五 | 同 | 同 |
| 同丸延 (櫻井三郎右衛門氏) | 〇・二七 | 同 | 〇・〇四二 | 〇・〇六〇 | 〇・〇〇六 | 同 | 同 |

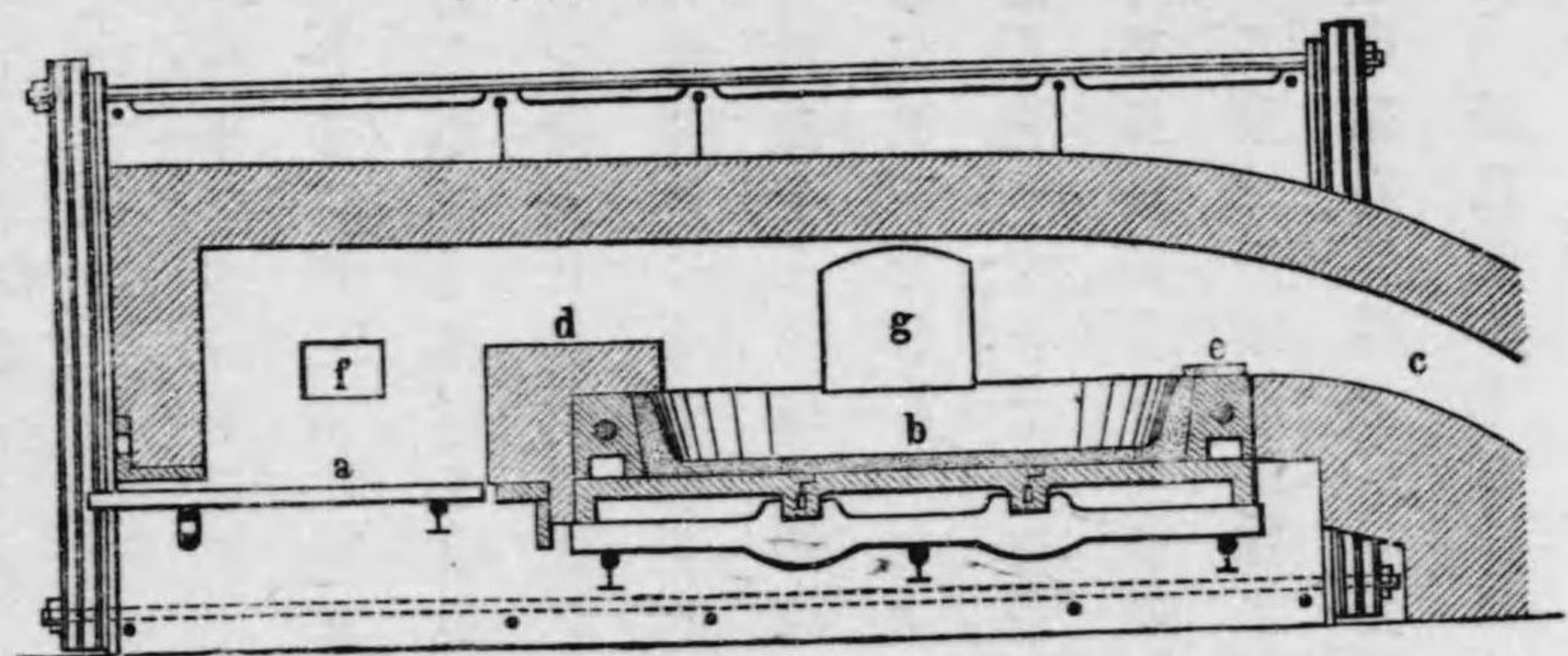
此製鐵法にて得た鐵滓は、酸化鐵を含むもので、熔鑛爐製煉の原料とするに適當のものである。而して其化學成分の例を前に鑛石の項に載せた。中國では之を一つに纏め集むるのが不便であるから、多くは其儘に打捨て顧みない。

第二節 ハッドル鍊鐵及鍊鋼製造法(攪鍊鐵)

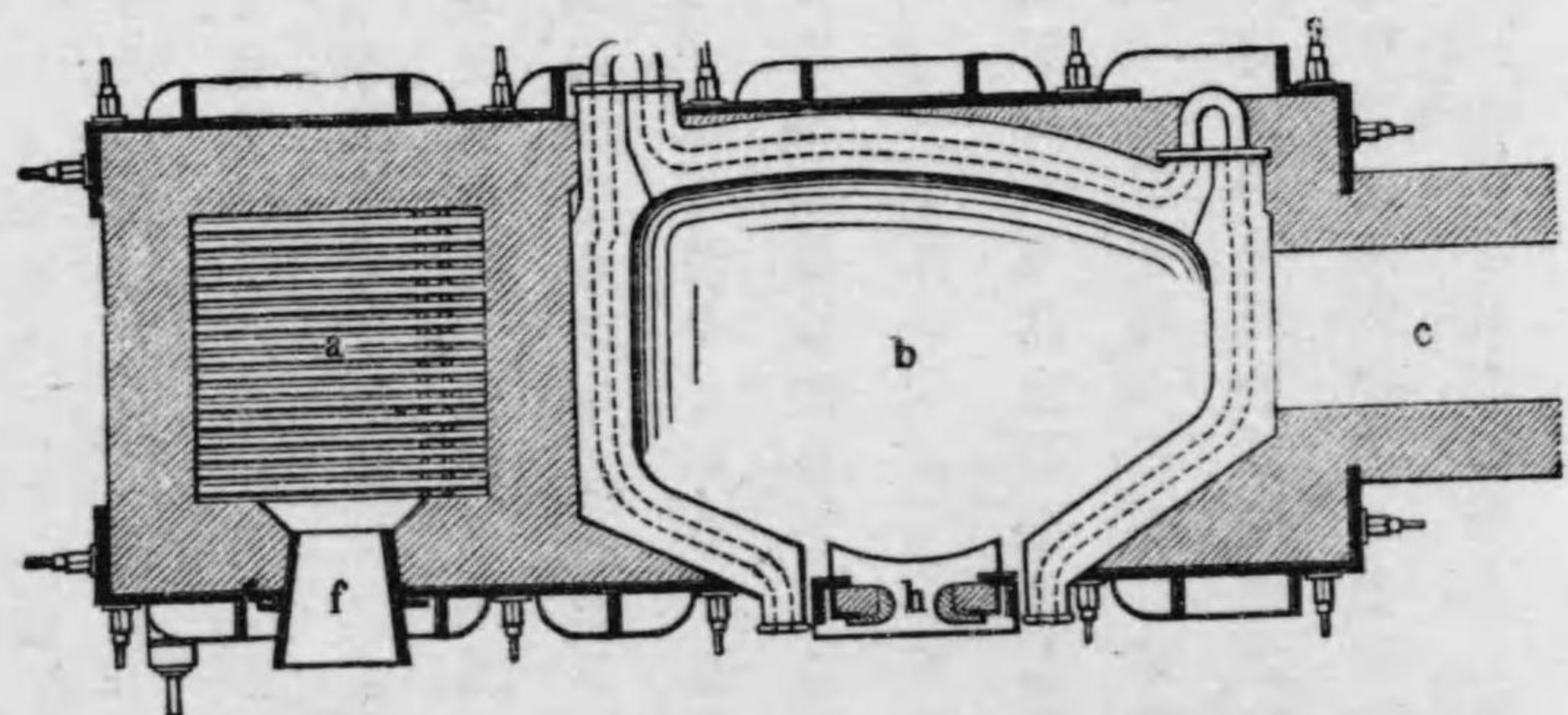
今迄述べた方法では、火窪で木炭を用ゐるものであるが、段々鐵材の需要が増して來て、其産額も増加する。従て燃料に不足を感ずることゝなつたのである。此の缺乏を補ふ爲め、石炭を用ゐて精鍊をすることになる。併し石炭は不純であるから、其鐵に及ばす害を防ぐ爲めに、反射爐を用ゐることになつた。是は今より百三十餘年前に、英人ヘンリー・コート氏の發明せる所である。以前の方法に比較すると、非常に大仕掛に、迅速に仕事をし、經濟につく。従て此法は世間に鐵類を供給するにつきては、大なる貢獻を爲した。今日使用する鍊鐵は、殆んど大部分、此法にて製造したものである。此法は我國にても、清國にても今日施行しては居らぬが、我國にては其製造物を、海外より盛に輸入して使用して居る。

其の用ゐる爐は、第三十一圖及第三十二圖に示す通りの反射爐である。aなる火床にては石炭を燃焼し、bなる爐床は精鍊をなすべき所で、其の幅五尺位

第三十一圖側面斷面圖 爐ハッドル



第三十二圖平面圖



長さ六尺位を有する。其底は鑄鐵板を敷き、其上に酸化鐵に富む鐵滓及び鐵肌を敲き詰め、半ば之を熔融せしめて、凹部を形成して居る。一度に銑鐵七、八十貫目を取扱ふことが出来る。又爐床よりcなる烟道を経て烟突に至る前に、汽罐を置きて、火焰の餘熱を

以て蒸氣を得て居る。

前に火窪の場合に述べたものと同じく、此法にては其の用ゐる銑鐵の種類にて種々仕事の趣が異なる。即ち鼠銑鐵なれば、其内に燃焼除去すべき元素が多いから手間がかかる。其故に英國等では、豫精鍊をすることがある。即ち、一先づ之を低き火窪にて、骸炭を用ゐる風を送り銑鐵を鎔融する。其際に硅素分等を酸化除去せしめて、之を白銑鐵に變せしむる。彼の世界で、有名なるローモリア鍊鐵俗にルーモールは、そゝして造つて居る。又獨逸などにては、初めから鼠銑鐵を反射爐で精鍊する。併し白銑鐵を得ることが出来る場合は、一層仕事は簡單である。

操業法は先づ爐を十分熱して、銑鐵塊を爐床上に装入し、其上に其重量の二割五分乃至五割に當るべき鐵滓又は鐵肌を加へて、盛に加熱すると、約三十分乃至三十五分で、銑鐵は鎔融する。其の前後に於て銑鐵は火焰又は加へた鐵滓中の酸化鐵の作用を享け、其の炭素、硅素、磷等が燃焼除去せらるゝ。殊に炭素は一酸化炭素となる爲め、盛に沸騰を起して居る。又一方には鐵滓の酸

ローモリア鍊

パッドル
爐操業法

素が減するが、是は火焰より補給して、不絶酸化作用をする様になる。職人は戸の小孔を通して、六、七尺の長さを有する鉤鉗を入れ、前後左右に攪拌して、銑鐵と鐵滓とを能く混和せしめ、不絶火焰に曝露せしむる。

斯くして酸化程度が進み、除炭が十分になると、其鐵は鎔融し難きものとなる。此法で用ゐる如き低熱の爐では、十分鎔融せず、段々と鎔銑鐵中に固まつて來る。而して終に二、三十分より、一時間の後には、爐床上の鐵は悉く半流動の鍊鐵塊と變ずる。今尖端を有する鐵鉗にて、之を捏ね上げて四つ又は五つの粗鐵塊を造るのである。今之を十分熱して、其一つ一つを爐外に挟み出す。而して蒸氣鐵鎚にて、敲き延ばし、或は絞搾機にかけ、又は進んで壓延機にかけて、十分鐵粒間の鐵滓を絞り出し、帯形粗鐵を作るのである。而して費した時間は最初より二時間位で、得た一粗鐵塊の重量は十二、三貫目である。今原料とした銑鐵から見ると、其の八割五分乃至九割四分に當つて居る。即ち歩留りが非常に宜ろしい又燃料なる石炭は鐵と略ぼ同重量を用ゐて居る。今又同じ爐で、細粒鍊鐵として稍々炭素の多きもの、或は鍊鋼を造る場合には、

パッドル
鐵の歩留

原料として銑鐵中に、滿俺、硅素の多きものを選びて、徐々除炭方法を遂ぐる様にする。即ち其仕事の半途にて中止し、適度の時に爐外に引出すのである。總て此等の方法にて得べき鐵滓は、尙鐵を五十%、其他滿俺、磷酸等を含むことが多から、熔鑛爐に於て、銑鐵を造るに好良の材料である。尙又帶形粗鐵を、一束に堆積して再び熱熔し、之を壓延機にかけて、鍊鐵の鋏も作るし、棒も拵へるが、是は後に他の軟鋼類と纏めて論ずることとする。

其他以上述べた反射爐なり、又其の操業法を種々に改良したものが、澤山にある。例令ば爐の幅を大にして、其兩側より仕事が出来て、一時に澤山の鐵を造ることが出来る様にしたなり。又銑鐵の豫熱を便にする爲め、種々爐形を變じ、又爐内の鎔融鐵を攪拌する勞力を省く爲めに、機械装置を設け、又爐自身全體が回轉する仕掛にしたこともある。併し今日一般に此鍊鐵に代ゆるに、軟鋼を以て各種の用に供する有様であるから、此等の改良は其後廣く用ゐられぬのである。

此等の精鍊法では、銑鐵中の炭素が除去せらるゝのみならず、他の硅素、滿俺殊

パッドル鐵及鋼成分

に磷分が除かるゝので、比較的良好なる製品を得ることが出来る。我國にて専ら輸入を仰ぎ居る英國にては、鍊鐵の産地から、二種に區別して居る、一つはヨークシャ鐵で、其善良なること世界に有名であるが、純粹なる銑鐵を用ひて造つたものである。從て磷等も少ないし、仕事も入念である。他はスタッフフォードシャ鐵として、此の方は廉價であるが、磷分も幾分多いのである。今此等の鍊鐵につき、其成分を擧げんに左の如し。

パッドル鐵及鋼成分

| 品別 | 炭素 | 滿俺 | 硅素 | 磷 | 硫黄 | 分析結果出所 |
|------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|--------|
| 英國 ヨークシャ鍊鐵(上等) | 〇〇七 | — | 〇〇六 | 〇〇九 | — | |
| 英國 スタッフフォードシャ鍊鐵(上等) | 〇〇六 | — | 〇二〇 | 〇二五 | 〇〇二 | |
| 獨逸國 ゾルシエ鍊鋼 | 〇九四 | 〇二七 | 〇一一 | 〇〇七 | 痕跡 | シリング氏 |

第四編 軟鋼及硬鋼製造法

軟鋼又硬鋼は、之を製造する時の温度が十分高き爲め、全く熔融し流動状態にて得ることが出来たものである。而して前に詳論した様に、英米佛諸國にて、總じて之を鋼と通稱して居る。我國にては諸官廳又は大工場にて鐵道及び建築其他の材料に用ゐて居るのに、之を鍊鐵と區別すに爲め、一般に鋼と通稱し、殊に其内で柔軟なるものを軟鋼と唱へ、又硬き種類で工具等に用ゐるものを硬鋼と稱して居る。併し民間の小工場、殊に小鍛冶等は、前者即ち軟鋼(鎔鐵)を、新スキツル又單にスキツルと稱して、殆んど鍊鐵と區別をして居ない。而して鎔鋼に相當するものを洋鋼、又單に鋼と稱して居る。(十三頁參照)

此等の二種類は、共に同じ様な方法作業で之を造ることが出来る。唯其の際に用ゐる爐や、仕事の工合で色々になるのである。又之を製造するに坩堝を用ゐたり、平爐或はベセマー爐等、色々なものを用ゐる。要するに製造當時出来る鐵滓を、其地金の内に含有して居らぬが、此種の材料の特徴である。今漸

次に此等の方法を述ぶる。

第一章 坩堝鋼製造法

坩堝を用ゐる鋼を製造するもので、従て其鋼を坩堝鋼と呼稱する。或は鑄鋼と云ふこともあるが、是は昔時は鑄造することの出来る鋼は、坩堝鋼のみであつたから、鍊鋼と區別する爲めに用ゐた。近來は坩堝以外に、澤山其方法が表れたから、まぎらしい憂がある。併し今日尙カスト、スチールと云ふは、一般に坩堝鋼を名づけて居る。

此法は西曆千七百四十年頃、英國セップールド市ベンジャミン、ハンツマンと云ふ時計屋が發明したものである。其の當時使用した時計の發條は、所謂鍊鋼のみであつたから、其性質悪しく、又出來が一樣でない故に、之を坩堝内で鎔融して、鐵滓を去り一樣なものを得ることにした。爾來段々世に弘まつた。然るに前世紀の半ばに、他の製鋼法が發明せられ爲めに、多少此方法を用ゐる範圍が縮少せられた感はあるが、併し依然坩堝鋼は、重要な位置を占めて居

第一節 製鋼原料

坩堝鋼は今日最良鋼を供給するのが、其特徴となつて居る。之が製鋼原料としても、其標準とすべきものは、瑞典産木炭鍊鐵を炭滲法に處して、其含有炭素量を増加せしめて造つた、所謂炭滲鋼炭素を大凡〇・五乃至一六%を含むのである。其他パッドル鋼や、木炭鍊鋼をも原料とする。即ち此等は坩堝で之を鎔融して、其の含有せる鐵滓を除去するのである。

又其目的が他にある時即ち、並等の鋼を造る場合、或は小仕掛に其仕事をする。と云ふ便宜から、此の坩堝製鋼法を用ゐて、鋼鑄物を鑄造するが如き場合には、もつと廉價なる原料を用ゐるのである。即ち他のベセマー法、又はシーメンズ、マルチン法で得た鋼や、又は鍊鐵と銑鐵との混合物、甚しきに至りては、銑鐵に鐵鑛石を加へて、鋼を造ると云ふこともある。斯る場合には、製鋼を遂ぐる坩堝内では、炭素其他の成分の過不足を相混合して、目的の成分を得、或は一種

坩堝鋼原料

の化學反應を起して、炭素其他を除去するのである。従て單に鋼中の鐵滓を除くのでなく、他の役目があることになる。

併し後にも詳論するが、坩堝製鋼法の大切なる點の一は、其の出來た鋼が目的通りの成分を有する、即ち豫定の炭素等を含んで居ると云ふのであるから、坩堝内で炭素其他を調合し、又此等を除くと云ふ方法には、従て製造品の成分が不確と云ふ缺點がある。それよりは第一に述べた様な炭滲鋼を採りて、其折れ口を視て、其の有して居る炭素の量を精密に確定し、之を坩堝にて鎔融し、實際は殆んど化學反應が起らないと云ふ様にするのが、最上等の品物を得る次第である。

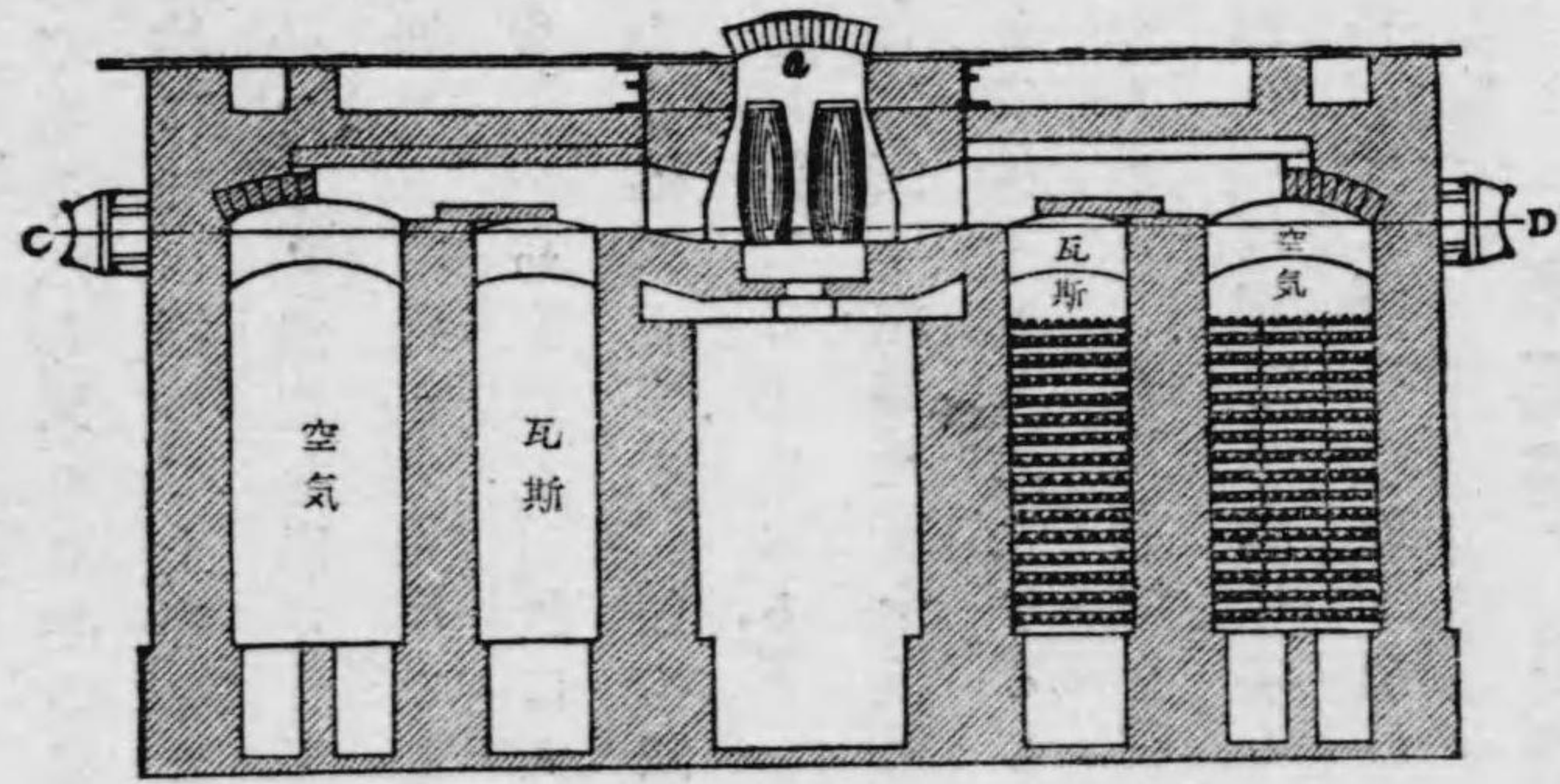
第二節 坩堝と坩堝爐

坩堝は其大さ、十乃至二十五疚の鋼を鎔融することが出来るものである。其形狀は上部に凋めるもので、普通其の全高の半ば程鋼を入れる。故に五十番形(容量五十疚の金屬類)で、僅に二十五疚の鋼を鎔すのみである。

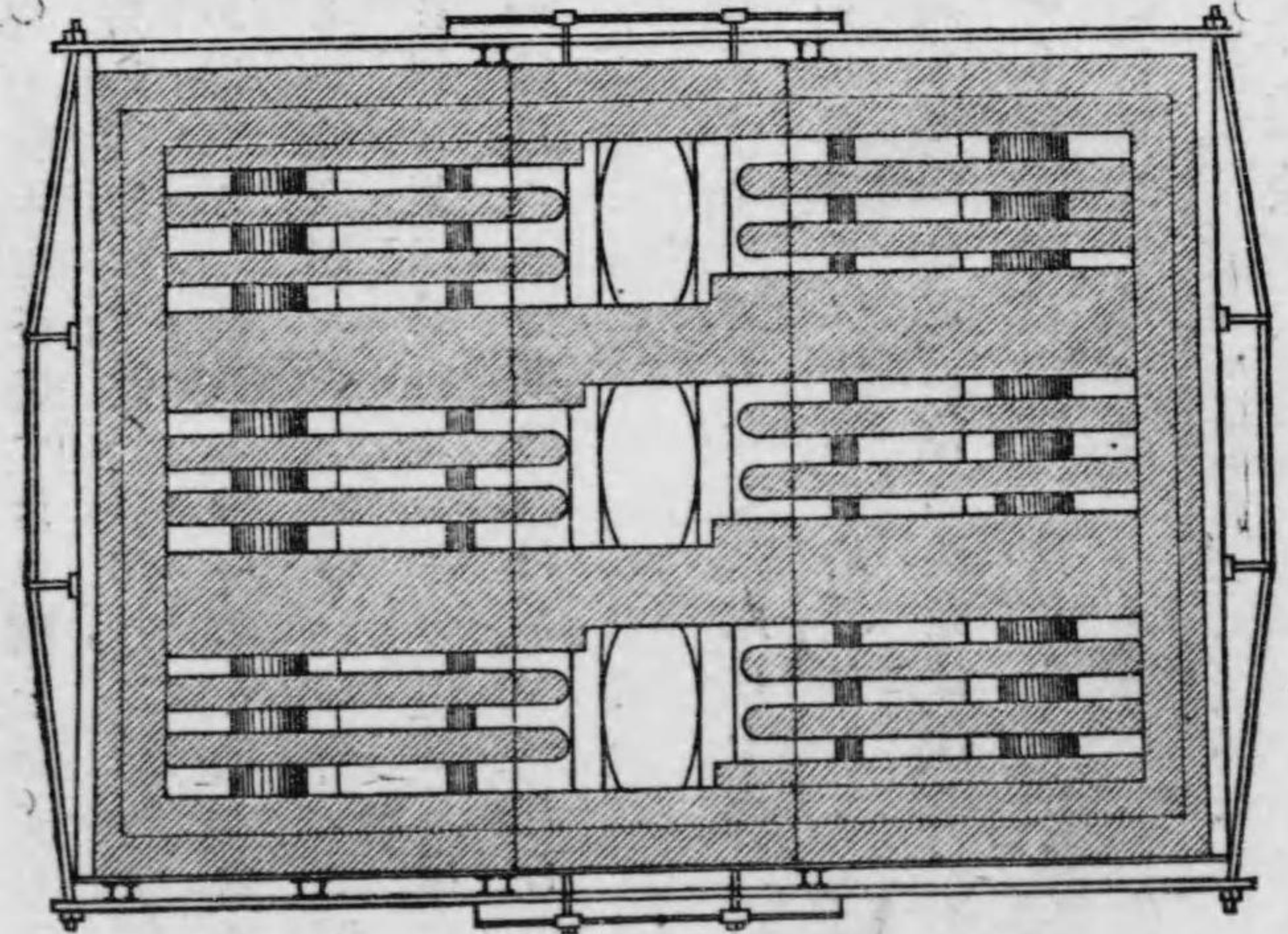
坩堝

坩堝製鋼用斯蓄熱爐

第四編 軟鋼及硬鋼製造法



第三十四圖側断面圖



第三十五圖平面圖

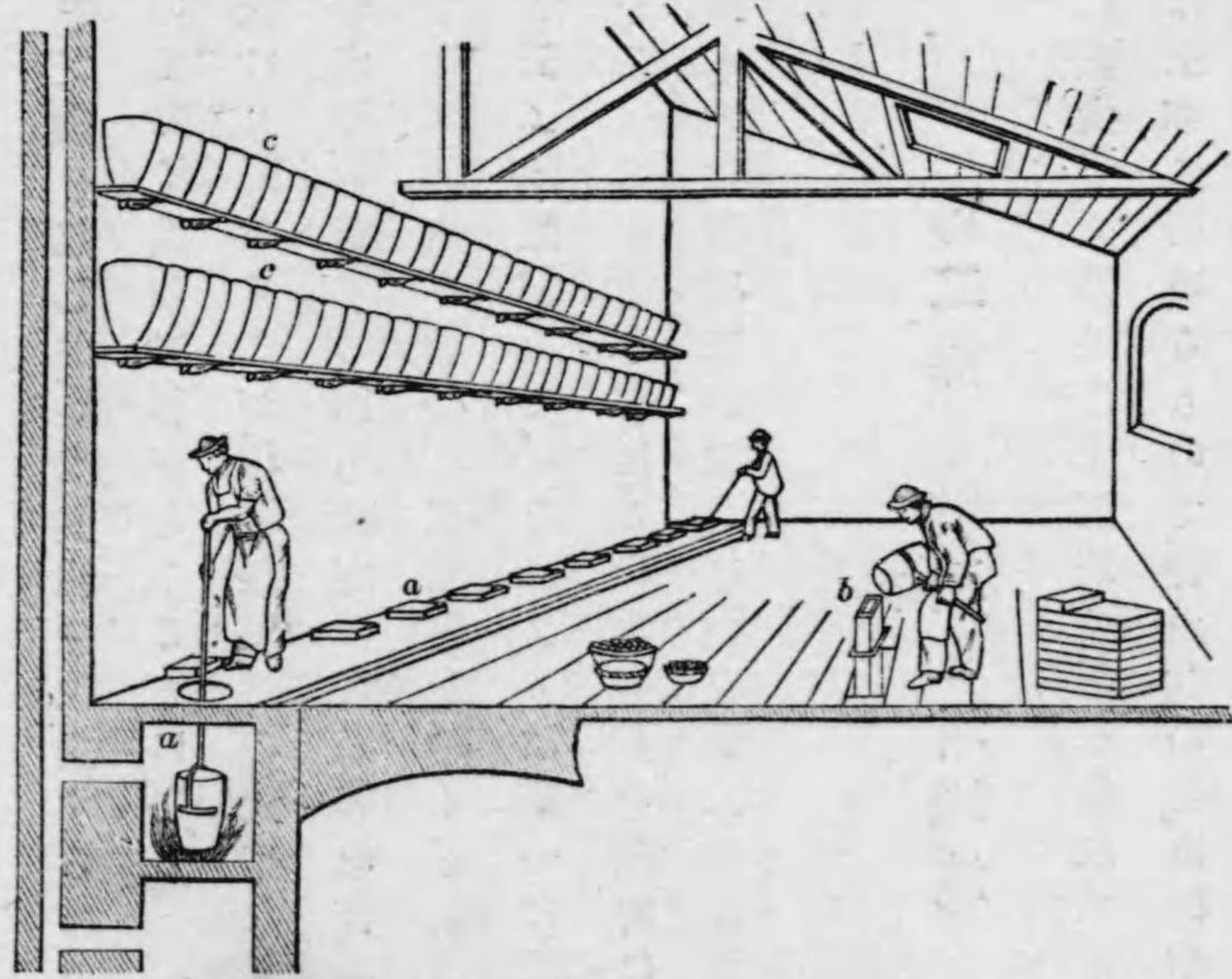
一五九

るには、先づ簡単なものは、第三十三圖aに示す通り、炭を燃料とする風爐を用ゐるのである。圖中には坩堝より、鎔融鋼を鑄型

其材料は燒粉(耐火粘土を燒きたるもの)を土臺とするのであるが、其調合法によりて二つに分つて居る。

一五八

第三十三圖



坩堝製鋼用風爐

其一是燒粉に生粘土(二割五分乃至五割)と、黑鉛(一割五分乃至七割五分)を加へるので、黑鉛坩堝と稱する。其二是生粘土と骸炭粉末(五分)を加ふるもので、粘土坩堝又は白坩堝と唱へて居る。此等は何れも能く捏ね合せて、坩堝を造り、之を十分乾燥し、後徐々に熱するのである。鋼を鎔すべく坩堝を熱す

に注ぐ所を示し、又は生の坩堝を徐々に乾燥すべき棚を示すものとす。併し此爐にては極めて上等なる質の緻密なる骸炭を用ゐて、始めて鋼を鑄す様な十分なる高温度を出すことが出来る。其量も鋼一噸を造る爲めに、骸炭一噸半乃至三噸近くも入用であるから、我國の如き良骸炭の少なき處にては、殊に其費用が高くなる。故に大仕掛に製鋼を行ふことの出来る場合には、瓦斯を用ゐて燃料とする。即ち鋼一噸につき、瓦斯の原料とすべき石炭が、一乃至一・五噸で済むことになる。

其爐は第三十四圖及三十五圖に示すもので、*a*なる爐床に十五、又は十八箇の坩堝を安置する、又最大なるものになると、九十箇の坩堝を入るゝことの出来るものもある。唯瓦斯爐を利用する場合、之に伴ふ缺點は、仕事が大仕掛になり、又澤山の坩堝を一處にするから各坩堝が一様に熱せられないし、温度の高低を掛引する、調子の取り悪いことである。

第三節 製鋼操業法

豫め赤熱以上に熱した坩堝に、製鋼原料を装入する。而して其原料の含有する炭素分、其他のものを出来る丈、精密に豫知し置きて、其目的とする鋼の性質に應じて、夫々調合する。總て坩堝内にて製鋼作業に際し、多少此等元素の増減が生ずるが、其程度も經驗上豫め之を定め置くことが出来る。此装入物中の諸元素の割合を容易に豫知し得る點が、炭滲鋼及鍊鋼の好箇の原料たる所以の一である。

此等の原料を小片に切断し秤量して、密に坩堝内に詰めて蓋をする。又特別鋼として、工具用高速度鋼の如き、多量のタンゲステン、又はクローム等を含むものを造る時は、夫々タンゲステン、クローム、鐵等を同じく秤量して加ふるのである。

斯くして爐の熱を高むれば、暫時にして坩堝内に盛なる沸騰作用の起るのを見る。後に是が稍々静まる時、坩堝内の様子を探る爲めに鐵棒を入れる。而して其が坩堝の底に容易に達するかを見るし、又之に附著する鋼粒、又は鐵滓を検査する。即ち鐵滓の色が薄くして、鋼粒も殆んど鐵棒につかぬ位になれ

坩堝内、
鋼の状況

坩堝内、鋼の状況 第三十六圖



四時間
三時間
二時間半
二時間
一時間半
一時間
半時間
の時間
鋼装入後

ば坩堝内の鋼は、十分熔融した證據である。而して尙暫時(約十五分乃至三十分間)坩堝を静置せしめて、坩堝内鋼の十分静置沈降するを待つのである。又時の経つに従ひて地金の熔融し、沈降する有様は、第三十六圖の寫眞に明かである。

總ての仕事が済むと、鉄にて坩堝を爐外に出し、直に熔融鋼を鋼鑄塊型に注ぎもするし、又は一度、取り鍋に集めてから、型に入れて方形柱なる鋼鑄塊を造る。此等の作業や、又は其から坩堝鋼の製品を鍛鍊して作るのは、後に纏めて述ぶることにする。其他鋼鑄物を造る場合には、直に鑄型に入れるのである。始より茲迄の作業には、三乃至四時間を要する。

坩堝鋼の
特色

坩堝鋼の
優良なる
理由

第四節 坩堝鋼製造法の特徴

坩堝鋼は多くの場合、單に原料を熔融して製造したものである。其際に坩堝内にて、化學的反應を起すと云ふのは、重要な目的でない。併し坩堝其ものより、炭素殊に稍多量の硅素等が、鋼中に進入することもあり。又坩堝内に多少空氣、酸化鐵等の混入存在するものがあるから、反對に炭素、硅素及滿俺等の消亡減少することもある。併し其の増減する量は、大概ね極めて僅少である、而して其程度を豫め確めて置くことが出来る。從て屢々論述する様に、坩堝鋼を造る場合に、其原料を十分選擇取捨したなれば、目的通りの性質を有する鋼を確然と得ることが出来る。又原料次第に據り、其品質も極めて善良である。

是が坩堝鋼の他種の鋼に比し優秀なる第一の點である。次に坩堝製鋼法にては、他の製鋼法の様に鋼が酸化作用を逞ふすべき火焰に接觸しないし、又鐵滓の働を蒙ることも極めて僅少である。其故鋼が酸素、又は窒素等の瓦斯を包蓄し、其害を蒙ることが極めて少ない。從て製鋼作業の最

後に滿俺、硅素等を追加して之を除く手數もない。之に反して他の製鋼法に於ては、以上の目的を遂ぐる爲に滿俺、硅素を加ふるのである。然も完全に鋼中の酸化鐵及び瓦斯を除去することが出来ないのみならず、鋼其自身に滿俺等が殘留するのである。

坩堝製鋼法にては、最後に二、三十分間鎔融鋼を靜置して、多少存在する瓦斯其他の不純なる雜物を浮泛せしめ、殆んど完全に之を除くことが出来る。其故鋼の質が益々善良なる次第である。

今以上の理由に據り、坩堝鋼の有する化學成分の特徴とすべき點を枚舉すれば、元來原料の純粹なるものを用ゐるから、鋼は磷、硫黃を含むこと極めて少ない、又硅素の量多きも、滿俺は一般に少量である。其他鋼の實質、其ものに硫化滿俺、硅酸滿俺等の非金属なる夾雜物を含蓄することが少ない。主なる成分たる炭素の量は、製鋼原料の調合法に據り、如何様にも加減することが出来るけれど、坩堝鋼の作業上、又應用上硬質の鋼を製造するを便宜とする。從て鋼中の炭素量は〇・四%乃至一・五%を上下するが、普通〇・八%以上である。其他

坩堝鋼の
成分

のもの、普通に存在する量を擧ぐれば。

硅素

滿 俺

磷

硫 黃

〇・四%迄

〇・二%乃至〇・三%

〇・〇一%乃至〇・〇三%

〇・〇三%迄

の如きものである。他の製鋼法にて、斯く滿俺の少量なるものを得るは、極めて困難である。

併し坩堝鋼を造るには、其の用ゐる燃料も、坩堝も不廉である。又一度に取扱ふ量も僅であるから、勞力も多い。從て製造品の代價も勢ひ高くなる。其故坩堝鋼の用途は特殊の場合、即ち武器の材料、工具用鋼又は發條用鋼等の如きものに限らるのである。市場にては、他の方法で造つたものを、坩堝鋼と云ふ名の下に販賣することがある。是は其の有する化學成分につき、以上の特徴を以て押せば、其眞僞を判斷することの出来る場合がある。其他坩堝鋼にて、鋼鑄物を造る時は、原料を嚴重に選ぶ必要がない、磷も多いし、滿俺も一%、硅素も〇・七%位迄も與へるのである。