

鐵 と 鋼 第二十六年 第九號

昭和十五年九月二十五日發行

論 說

時 局 と 屑 鐵 問 題

久 芳 道 雄*

THE PRESENT SITUATION AND THE SCRAP IRON PROBLEM.

Michio Kuba.

Mathematical figures relating to the demand and supply of scrap iron is not touched in the present lecture because the publishing of figures during time of emergencies is prohibited. It is however a distinct fact that simple open-hearth furnace plants or electric furnace plants which chiefly use imported scrap have been put to a great deal of inconvenience due to the insufficient supply of scrap. Although it seems to be out of mark to deal with such problem without the numerical figures, some technical points alone may be considered herewith.

Since the scarcity of scrap is becoming increasingly pronounced, the problems of whether consumption should be restricted and reduced, and how substitute materials to meet the shortage could be secured, should be primarily considered. The simple open-hearth furnace and electric furnace which need scrap iron are used for high quality steel and most of the machinery steels for munition industry depend on them. It is therefore most urgent to supply sufficient scrap of good quality or its substitute at a favorable speed.

For the substitute for the scrap used in the simple open-hearth furnace, it is recommended to use the greater part of Bessemer steel derived from the blast furnace together with the small part of Luppe from the rotary furnace, from the standpoint of quantity and quality. For the substitute for use in the acid open hearth furnace, the so-called "refined steel" derived from the basic open hearth furnace is recommended. For the substitute for use in the electric furnace, some mixtures of the Bessemer steel and Luppe are suitable for manufacturing steel castings and structures. For the material for high quality steels, as long as rich ores with especially little impurities are available, the use of sponge iron derived from Wieberg's and other processes proves better. Besides, the Heroult arc furnace is the best means for treating the titanium-poor sand iron derived from the basic rocks (such as "Masago") or a pulverized rich ore with little impurities or a nickeliferous earth and the like which are found in large quantities in the South Seas. All of these materials prove to be a high-quality and "high-virginity" substitutes for scrap iron. Especially the last, as a nickel resource, is suggested to be most significant to meet the present situation.

I は し が き

II 屑 鐵 概 論

屑鐵の需給關係に就ては、時局柄數字の公表が許されて居ないので、數量には觸れないが、銑鋼一貫作業に非ざる屑鐵を主として使用する、所謂單純平爐並に電氣爐工場に於ては、思ふ様に屑鐵の配給を受ける事が出来ないので困却して居る事は明かなる事實である。大體數字を抜きにして、此の種の問題を扱ふ事は、聊か隔靴搔痒の感あるを免れないが、今茲では之を只單に技術的にのみ考察して見る事とする。

事變が始てから當分の間は、米國或は南洋方面からの屑鐵輸入も一時的に膨脹して、需給關係は圓滑に行て居た様であつたが、其後爲替資金の問題に關聯し其他通商上の經緯もあり、又最近に於ては歐洲戰亂の結果、屑鐵輸送に最も重要な役割を演じて居た。ノールウェイ、デンマーク等の商船隊の撤退となり、屑鐵の輸入は益々窮屈となつた次第である。

折しも最近鐵鋼値上げ問題に關し論議の火の手が揚り遂に總動員法第九條の發動となり、形式上屑鐵の輸入命令が

* 日産自動車株式會社製鋼部

發せられた様な次第であるが、兎も角も所要數量丈の良質の屑鐵が適正なる價格で而も希望の時期に容易に輸入出来るならば心配はない筈であるが之が現今の如く不足する場合には如何にす可きかが問題である。

抑も事變突發以來急速に鐵鋼の生産擴充が叫ばれ各所に平爐が新增設されたのであるが其の當時吾々は行々は屑鐵が拂底する事は必然的であるから銑鋼一貫の作業をなす者以外は認可せぬ方針が良いと云ふ意見を持って居たのである。然し何と云ても時局に際しての事であるから背に腹は換へられず兎に角何とかして目先の生産を増加すると云ふ事に専念した爲遠き慮をなす餘裕がなかつたのは無理からぬ所もある。

平爐工場と云ても其の生産する鋼種従て目的とする製品の種類に依て自ら之を建設す可き地區の制限、爐の大き酸性が鹽基性かの區別等も必然的に起て来るのであって例へば軍器を作るとか鑄物を作るとか鍛造品を作るとか云ふ様な比較的嚴格なる規格を要求する機械用鋼、節言すれば所謂質鋼 (quality steel) 用平爐は、性質上寧ろ軍需工業關係のものも多く割合に容量も小さく一部は酸性を要求するものもあり製品は概ね特定注文品であつて、従て壓鍊工場、鍛鍊設備、機械工場組立工場其他の關聯工場との連絡、將又製品の運搬關係等もあつて、他の有利なる種々の條件を犠牲にしても、尙且之を都會の近傍に置くとか或は海岸に置くとか其他特定の位置に置くを、便利とすると云ふ場合が多く、又尙立入て云ふならば、國防關係の都合もあつて、其位置が限定さるゝ場合も起て来る。斯様な理由でこの種の平爐は所謂銑鋼一貫作業の埒外に置かるるを常とする。

然し普通の無規格鋼材或は比較的簡略なる規格の壓延鋼材を製造する所謂量鋼 (quantity steel) 用の平爐は其の取扱ふ製鋼量が全般的に見て既に總生産鋼材の大部分を占めて居るのであり、又前記の様な特殊條件の下に置かれて居ないのみならず、製品も多くは簡単な仕入品である關係上、之を熔鑄爐と併置して銑鋼一貫作業をなすに至當とする。轉爐に就ても亦同様な事が云へるのである。

而して電氣爐は之も勿論銑鋼一貫作業の系統中に介入せしむる事は出来るが原則的に質鋼中特に高級なる規格鋼たる特殊鋼とか鑄物の製造に用ひらるる關係上前記の質鋼用單純平爐と同視す可きものであつて、之と同様に屑鐵の大消費者である。

其所で話は元へ戻るが、過去に於ては内地に貯藏してあ

つた屑鐵や日々出来る循環性屑鐵及前記の如く既に海外で買附けてあつた屑鐵等で急場を凌いで來たのであるから先づよいとして之からは何とか別の見地から之を處理せねばならぬのではないかと思ふ。

勿論循環屑鐵は相變らず一定量出來るとしても其の大部分である所の外國依存の屑鐵が問題である。其處で先づ第一着として全般的に屑鐵の消費量を節減する事を考へねばならぬ。恒久的に考へて見れば量鋼用平爐は全部銑鋼一貫作業に変更する事とし之に適する場所に移駐するか然らずんば、其地に自家用の熔鑄爐を建設して各々一貫作業に適應する様設備を変更し屑鐵の使用を全然停止するの方針に出でなければならぬ。此の點は特に聲を大きくして叫び度いのである。勿論之と關聯して第二次製鐵合同問題に迄進展するでもあらうが、早急には運ばないとしても事態は今からでも遅くはない、漸次其の目的に進む様爲政者に期待するものである。

然し質鋼用としては前述の理由に依り單純平爐として或は電氣爐で屑鐵法による冷材装入の方式に於て作業する事は止むを得ない次第である。

質鋼平爐に就て云ふならば屑鐵節減の主旨として先づ以て屑鐵装入の割合を作業に甚しく不利ならざる程度迄減じ其代りに銑鐵の使用量を増加するのである。銑鐵の割合を増す事は、製鐵時間の延長を意味するが質鋼製造の場合には之が1時間や2時間延びても實際問題として量鋼製造の場合と異り影響は少いのである。然らばどの位屑鐵を減らすかと云ふに先全装入の1割乃至2割程度を減ずる事と假定すれば、現在質鋼平爐では平均3割の銑と、7割の屑鐵を配合して居るから屑鐵消費は約1割5分乃至3割程度節約し得るのである。

勿論現今屑鐵法を採用せる單純量鋼平爐に於ても銑鋼一貫作業に移り得る迄の過渡時代は作業に大なる支障なき程度に於て、屑鐵使用の割合を最低限度に減ず可きは申す迄もない事である。

電氣爐に就て言ふならば、事變突發後隨分一時に多くの電氣爐が設置された事であるから或る程度迄適當に整理合理化さる可き必要があるのであるまいかと考へる。斯くする事により相當量の屑鐵の節約は期待出来るのである。事實上電氣爐は、割合に手軽に設備し得る關係上、亂立された嫌があつて技術的に健實なる作業が行はれて居ない向が相當多く剩へ電氣爐では特殊鋼を作る所が多いので屑鐵及合金元素が共々に徒らに亂費されて居る様に見受けられ

る場合が多々ある。此の意味に於て技術的重點主義の整理をも必要とするのは勿論である。

尙又銑鋼一貫作業の工場に於て壓延作業中其他に於て發生する鋼片屑、湯道等の所謂自家製屑鐵は該工場に於ての使用を禁止し之を回収して質鋼單純平爐或は電氣爐工場の方へ配給する事も亦調節の一助となるであらう。

所で節約しても尙不足する屑鐵を如何にして補給するかと云ふ問題と屑鐵の撰擇といふ事が本文の重點であるが畢竟此の爲には屑鐵代用品を製造するより、仕方がないのである。

近來各製鋼所の屑鐵置場を注意して見ると、随分粗惡な屑鐵が使用されて居る事を發見する。勿論普通の市場鋼即ち量鋼を製造するには鐵らしいものなら何でも間に合ふ譯であるが、質鋼特に特殊鋼を作る様な場合には左様に簡單には集らぬのである。殊に近來特殊鋼の品質の低下が色々の問題を醸して居るのも原因の一部は實は茲にあるのである。況んや最高級特殊鋼原料としては、近來地金の處女性と云ふ様な事が八釜敷く言はれて居る際に於ておやである、即ち屑鐵代用品の製造は質といふ點から言へば、大なる意義を持つて居るのである。

地金の處女性といふ事は現今普通の觀念に於てはガスの含有量の多少に歸する様であるが、ずっと以前に瑞典の鐵が種々の點に於て優秀であり、世界の兵器は殆んど皆瑞典鐵を以て作らるゝと言ふ時代があつた。其の當時に於ても其優秀性を低磷低硫であると云ふ外に夫れが冷風木炭銑の基源であるといふ事に歸して居た向もあつた。然し種々の方法で、調査研究して見ても其性質に對し夫れと見る可き決定的結果が出て來なかつたので、瑞典の鐵にはボデー (Body) があるとか、パーソナリティー (Personality) があるとか、又はセンシビリティー (Sensibility) を持つとか云ふ様な抽象的な寧ろ神祕的な言葉で片付けて居たのである。然るに其後ウエスト (Wüst) 氏等が、直接製鐵法の如き低温で還元された原料鐵の性質は、高温に曝されたる鐵よりも純であると云ふ事を唱へ、之に處女性といふ様な名前を與へて居るのであるが之が即ち前記のボデーなどと云ふ言葉と、一脈相通する性質であると了解する。斯くて此の問題が各方面で更に研究され殊に最近鐵鋼中のガス分析法の進歩に伴ひ含有ガスが前述の如く鐵鋼のボデー或は處女性の問題に關聯を持つものと考へられる様になつて來たと思ふ。

III 屑鐵代用品

屑鐵代用品といふ問題であるが、勿論代用品と云ふ以上は屑鐵が不足して居ると云ふ事を前提とするが故に早急に適正なるものを間に合せると云ふ事が第一義で値段と云ふ事は第二義に考へらる可きは止むを得ぬ次第であるが夫等の詳細なる關係に就ては機を見て別に考察する事とし差當り確實に而も品質も良いものを成る可く安價に得ると云ふ事を考へて見れば先轉爐鋼と直接製鐵の製品の二者を撰ぶ可きであらう。

(イ) 轉爐鋼。屑鐵代用品として何故轉爐鋼を撰ぶやと云ふに、之は各種の製鋼法中に於て、最も安價に出來ると云ふ事は言ふ迄もない事であるし其の製鋼方法が急速に行はれる關係上設備の割合に短時間に多量の鋼を製造し得ると云ふ利益もあるし其の鋼質に於ても之迄想像されて居た程、粗惡でないのみならず或る意味に於ては屑鐵代用品として優秀であるからである。

勿論轉爐製鋼法にも酸性鹽基性 (トーマス法) の二方法があるが、これは原礦關係で自然に定まる譯であるから何れを使用す可きやといふ事は、一概に云ひ兼ねるが磷礦石の供給さへ充分ならば種々の點から考へてトーマスの方が望ましいのである。然し實際上現今の如き狀勢に於て、我國で斯く多量の磷礦石の供給を受け得るかどうかと云ふ事は疑問である。而してトーマスカ、酸性轉爐かの、何れを採用するにせよ此の場合轉爐は熔鑛爐に附隨して設置し、所謂銑鋼一貫作業たる可きは言ふ迄もない而して軟質鋼の關する限りに於てはトーマス鋼は或る程度迄其儘製品として、使用し得るのであるから、實際問題として、此の場合一般市場材を製造する事を本體とし其の餘力を以て屑鐵代用品を製造する事が良策である。又酸性轉爐を使用する場合は我國の現狀に於ては、比較的low磷なる鑛石を多量に得る事は困難なる事情に鑑み除磷の目的を以て、鹽基性平爐との合併法に依り市場鋼材を製造し、餘力を以て副業的に轉爐鋼を其儘屑鐵代用品に充當すれば宜しい。蓋し屑鐵代用品としては磷が或る程度ある事は厭はないからである。

參考の爲文獻に現れたる酸性轉爐鋼と平爐鋼との化學成分の比較の二三の例を次に掲げて置く。

尙本年4月本會23回講演會に於ける、日本鋼管會社研究部發表の例に見れば同一炭素量に對してはトーマス鋼は平爐鋼に對し抗張力、降伏點共に高く一般的に云へば衝擊

各種鋼の分析結果の比較 其の一 1)

製鋼法	鋼種	C	Mn	Si	S	P	O ₂	N ₂
酸性轉爐法	脱酸鋼	0.16	0.59	0.06	0.038	0.035	0.015	0.014
同	上	0.12	0.48	0.055	0.046	0.040	0.031	0.014
同	上	0.09	0.37	痕跡	0.040	0.033	0.018	0.011
同	上	0.12	0.44	"	0.047	0.048	0.04	0.013
鹽基性平爐法	脱酸鋼	0.11	0.42	0.085	0.031	0.017	0.032	0.005
同	上	0.16	0.53	0.20	0.030	0.022	0.031	0.005
同	上	0.15	0.47	痕跡	0.050	0.022	0.019	0.004
酸性平爐法	脱酸鋼	0.10	0.47	0.11	0.029	0.026	0.026	0.004
同	上	0.12	0.53	0.095	0.034	0.037	0.017	0.005

同 上 其の二 2)

製鋼法	鋼種	C	Mn	Si	S	P	O ₂	N ₂
鹽基性平爐法	脱酸鋼	0.30	0.60	0.35	0.079	0.069	0.0038	0.006
同	上	0.34	0.62	0.34	0.080	0.084	0.0051	0.006
轉爐法	同	0.18	0.77	0.23	0.134	0.102	0.018	0.006
同	上	0.28	1.26	0.51	0.085	0.10	0.007	0.006

値及延伸共トーマス鋼の方比較的宜しく尙含有ガスも平爐鋼の N_2 0.0057%, O_2 0.015% 程度に對しトーマス鋼は N_2 0.014%, O_2 0.0119%, 程度であり, H_2 は却てトーマス鋼の方が少いと聞いて居る。

兎に角上記の諸結果より知り得る事は、轉爐鋼は平爐鋼より N_2 の含有量が多いと云ふ事は云へるであらう。尤も鋼中のガスに關しては其中で何れが最も有害なるや、又其の有害たる可き含有量の程度等に關して尙研究中に屬するを以て茲には之以上述べない。

尙吾々が屑鐵を見て、概念的に良いとか悪いとか云ふのは、第一が形であつて薄物とか細物とかは悪いと云ひ、厚物とか太物とか換言すれば團塊的 (Massive) なものは良いと云ふのである。而して外見的には、赤錆 (Hydrated rust) の多いものは不可として居る。蓋し赤錆は地金全體が夫丈け酸化して居るのみならず、 H_2 の基源となる恐れがあるからである。殊に薄物などでは甚しきは全體の目方の半分位が、赤錆となつてゐる場合があつて、歩留りにも重大なる關係を及ぼすものである。こんな點は代用品では形の上から云ても頗る上等で歩留りも宜しく品質も優良である。

又從來瑞典では轉爐鋼は比較的酸化物の含有少く、清淨であるから熱處理も容易 (Foolproof) なりと云はれて居るのは人の知る處である。又他方に於て轉爐鋼は縁附鋼塊が出来易いと云はれて居るのは、流動性が良い爲だと解せられ、鑄物をする時にも轉爐鋼の湯足の良い事は一般から認められて居る所である。

之を要するに轉爐鋼は之迄一部の人に嫌はれて居た程粗悪なものではなく加之吾々の今論ずる所は之を屑鐵代用品として用ふるのであるから少くとも現今の粗悪なる市場屑鐵

と比較して數等優良なものであり歩留り等から考へても宜しいのである。

若し夫れ程に高級鋼用屑鐵代用品として轉爐鋼を使用する場合は最近米國に於て或る程度熔鑄爐、或はキューボラに應用されて居る様に使用衝風を乾燥する事 (Blast dehumidifying) により、鋼中に H_2 の侵入する事を防止するとか、或は衝風中に特別に O_2 を増加して、所謂 Oxygenated Blast air を送り、之に依て N_2 の熔鋼中に入る量を低減するが如き着想も本法に適用し得る可能性があると思ふのである。

酸性平爐用屑鐵。之は高級鋼用としては鹽基性平爐による。精製鋼に仰ぐより外に仕方があるまい。

(ロ) 直接製鐵の製品。次に高級特殊鋼用としての屑鐵代用品には所謂直接製鐵法の生産品を充當するのであるが其の方法は從來より可なり種々あるけれども、差當り問題となるのは、次の數種類を擧げる可きであらう。

(一) ウィーバーク法。

(二) 回轉爐法。(1) クルツプ式レン法。(2) バツセイ法。(3) 撫順炭坑製鐵工場に於ける海綿鐵製造法

(三) 電弧爐に依る直接製鐵法。(i) 日立製作所安來工場に於ける直接製鐵法。(ii) 日本砂鐵鋼業株式會社に於ける直接製鐵法。

(一) ウィーバーク法 本法は堅型爐を用ひ、適當に破碎されたる鑛石を爐の上部より装入し下方より高熱されたる CO ガスを送り塊鑛の儘海綿鐵に還元するものであつて之に依て生じたる CO_2 を主成分とする排氣ガスは更にガス發生爐に返戻され此の中で自熱されて居る。木炭層或はコークス層中を通過せしめ、 CO に還元され循環して再び還元爐に通ぜらるゝのである。

大連の大華鑛業株式會社で、此の方法を用ひ開原の鑛石を取扱て居ると聞いて居る。

此の方法を應用する鑛石は挾雜物殊に珪酸質の脈石を挾含する事の少い純粹な富鑛でなければ其製品たる海綿鐵を後に電氣爐其他の原料として装入する場合に爐底を損傷するといふ様な不利がある。然し此の方法に於ては地金が高熱に曝露さるゝ事なく還元さるゝのであるから處女性等の關係は誠に宜しいと考へる。富鑛の處理法としては結構な方法である。

(二) 回轉爐法

(1) クルツプ式レン法。回轉爐に依る製鐵法中代表的のものは此のレン法であつて、回轉爐中に粗碎されたる原鑛

及固形燃料を混入し微粉炭に依て加熱し還元されたる海綿鐵は回轉爐の最終端部に於て所謂ルツペーとなるのであつて其の詳細に就ては既に種々の文獻に於て發表され近くは本誌に於ても「クルツプ式レン法の現況に就て」³⁾と題しヨハンゼン氏の講演筆記が掲載されて居り又昭和製鋼所及三菱鑛業會社の清津製鐵所其他に於ても實際に企業に移されて居るから茲には事新しく述べないが唯此の方法では鑛石或は燃料等の關係から製品たるルツペ中に P, S が相當高い場合がある、のと熱の調整不充分的爲 C 含有量が不揃で、且一般に高 C である。今の處では C が 1~2% 程度のもが多く、從てこれを原料とする場合は製鋼爐の種類に依りては其の只一小部分を装入配合し得るに過ぎない。著者の知れる電氣爐製鋼業者の二三は概ね装入物の 3 割程度以下を使用して居るのみである。

レン法は元來貧鑛處理の目的を以て案出されたる方法であつて前述の如く不純物の多いのと高 C で且夫れが不揃である事が缺點であるが特殊用途に向ては使用鑛石及還元劑の適切なる撰擇と操業の熟練とにより必ずや改善され用途も漸次廣まるものと考へられる。而して本爐の加熱には概ね微粉炭が使用されて居る様であるが特に優良なる製品を目的とする場合には熱の調整其他の見地から考へても燃料として發生爐ガス其他のガスを使用する方が宜しいと考へる。

次にルツペの二三の例を示して置く。

ルツペ分析結果

	C	Mn	P	S
クルツプ製	0.14~0.77	0.12~0.20	1.00~1.14	0.46~0.68
某社製	0.8~2	0.1~0.3	0.05~1.0	0.09~0.4

(2) **パッセイ法** パッセイ法は製品として銑鐵を目的として居るのであるから此處で論ず可き筋合ではないが近來セメントキルンの遊休設備を利用してパッセイ銑を製造して居るのは甚だ時宜を得たものと考へる大體パッセイ銑は熔鑛爐銑に比し處女性の點に於て優て居る様に認められるが之を屑鐵代用品とする爲には脱炭しなくてはならぬ、近來瑞典あたりでも屑鐵代用品といふ問題では大分苦しんで居るらしく最近 R. K. 法と云ふ銑鐵の脱炭法が發表されて居る。本法は B. Kalling, I. Rennerfelt⁴⁾ 兩氏に依り瑞典のファーガスタ製鋼所に於て實施されて居る。銑鐵の脱炭法に係り先づ熔銑を木製のトロンメル類似の圓筒に落し同時に水を注ぎ粒狀銑鐵を作り之を回轉爐に入れて CO_2, CO 混合ガスを使用し、脱炭して製鋼用低炭素原料とすると云ふのである。パッセイ法と關聯して本邦に於ても

この種の特種脱炭法が考究されん事を希望する。

(3) **撫順に於ける海綿鐵製造法** 海綿鐵の製造は古來其例多く吾が國に於ても大分方々で作業されたが成功したのが少い之は先以て鑛石の適當なものが無いからである。瑞典では此の目的に向て前記のウイーバーク法、ヘガーネス法、フロゲン法、エケルンド法、其他色々研究されたがヘガーネス、ウイーバーク法を除いては企業と迄行て居ない。

而して表題の方法は撫順製鐵工場に於て最初弓張嶺の富鑛を以て實施されたのであるが此の法の特徴は徑 3~15 mm (6~10 mm を最もよしと聞く) 程度の粒揃の良い富鑛に固形燃料を加へて回轉爐に於て 950°C 程度の低溫で海綿鐵に還元するのであるが其の基礎的研究⁵⁾の詳細は既に發表されて居るから此處には之以上の説明は割愛する。

而して本法を適用する鑛石も前述のウイーバーク法に於けるが如く珪酸質挾雜物の少き富鑛で而も粒度の揃たものが必要だと聞いて居る。從て指定篩以下の粉鑛は他の方法で別に處理されなければならぬ。何れにしても低溫還元であるから出来る海綿鐵は處女性に富んだ立派な製品たる事は首肯出来る。

現今本法に利用されて居る弓張嶺の鑛石及大栗子溝鑛石並に製産品たる海綿鐵は下記の様な成分を有して居る。

鐵 鑛 の 分 析

成分	Fe	SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	MnO	P	S
弓張嶺	61.26	13.76	1.26	0.56	0.26	0.11	0.022	0.105
"	58.00	15.10	0.93	0.55	0.75	0.25	0.020	0.099
"	61.49	11.10	1.00	0.38	0.70	0.32	0.015	0.182
大栗子溝	65.35	0.84	0.072	0.147	—	1.17	—	0.002
"	62.48	3.78	—	1.14	—	0.38	0.024	0.014

撫順海綿鐵分析結果

Fe	FeO	Fe_2O_3	Al_2O_3	SO_2	P	S
70.13	15.48	1.35	1.08	5.8	0.027	0.056

(3) **電弧爐に依る直接製鐵法** 電弧に依て鐵鑛より直接に製鐵する方法は從來種々あるが製品は多くは銑鐵である。例へば瑞典のドムナーフベツト法、トロールヘツタン法、等の如きである。我國に於てもトロールヘツタン法を試みたる工場もあり又普通の合金鐵製造に使用する固定式電弧爐を用ひて銑鐵を製造せる例は少くない。然れ共屑鐵代用品、殊に高級鋼用原料として低炭素鐵を普通電弧爐に依り製造せるものの代表的方法は次の二種を擧げる事が出来る。

(1) **安來製鋼工場に於ける直接製鐵法** この方法は該

工場が獨立の安來製鋼所時代の昭和5年頃から工學博士工藤治人氏の指導の下に作業を始め、今日も引續き操業して居る方法であつて原料は酸性岩たる花崗岩基源のチタン含有の少き山陰地方獨特の眞砂と稱する磁鐵礦系砂鐵を木炭と共に普通エルー型の電弧爐に裝入して精鍊するもので製品は炭素 0.05~0.30 程度の低炭素鐵であつて之を便宜上流水中に注鑄し鋼粒(ショット)の形となし之を自家製鋼工場の特種鋼原料として使用するのみならず、高級なる屑鐵代用品として一般市販品用に供給して居る事は人の知る所である。

本法の詳細に就ては同工場より「砂鐵製鍊の實地作業に就て」なる題目の下に發表されて居るから茲には多くを語らないが其要領を摘録すれば次の通りである。

眞砂分析結果

鐵分	CaO	TiO ₂	SiO ₂	P	S
61.68-64.15	0.17-0.22	3.46-6.00	3.72-5.04	0.003-0.004	0.003-0.005

上記の眞砂重量 100 に對し、石灰 15~16 木炭 25~30 を裝入し、使用電力は製品 t 當り、約 3.300 kWh にして精鍊時間 20 時間前後を要し生産鋼粒の分析結果は概ね次の如くである。

鋼粒(ショット)の分析結果

C	Mn	Si	P	S
0.3	0.03	痕跡	0.01	0.015
0.04	0.03	痕跡	0.019	0.016

則ち本法の特徴とする所は一操業にして鑛石より直に低炭素の屑鐵代用品を得る事にありて、従て普通行はるゝ如く鑛石より一度銑鐵に吹製し之より更に脱炭するが如く再三の熔解を繰り返す事なき結果、地金の處女性を害せらるゝ事が少いと云はれて居る。實際に於て安來製鋼工場がこの鋼粒を原料として優良なる各種の高級鋼を製造して居る事は人の知る所であり著者も神戸製鋼所に於て鐵兜の製造研究を創めた折之を原料として使用し始めて其優秀性を認めたのである。

尙此の方法の他の利點は砂鐵或は粉鐵を燒結或は團鐵とする事なしに其儘使用し得る事であつて、工藤氏は最近本法を南洋方面の含ニッケルの褐鐵礦の土鑛に適用して優良なる含ニッケル屑鐵代用品を得て居る。而してこの土鑛は水分 25% 程度を含み乾燥状態に於ける平均分析結果は下記の如くである。

南洋産含ニッケル土鑛分析結果 其の 1

Fe	Ni	Cr	Mn	SiO ₂	Al ₂ O ₃	S	P
50.0	1.01	1.64	0.20	2.22	5.46	0.23	0.02

同 上 其の 2

Fe ₂ O ₃	67.57	Al ₂ O ₃	5.461	CaO	0.214	P	0.02
NiO	1.29	MnO	0.206	SiO ₂	2.22	S	0.233
Cr ₂ O ₃	2.39	MgO	0.38	V.M.	13.80		

而して此の土鑛に木炭、石灰石を加へて前述の方法に則り十數回に涉り實驗されたのであるが今同氏の承認を得て二三代表的の例を次に掲げる。

南洋産含ニッケル褐鐵土鑛精鍊作業例

品目	褐鐵粉	木炭	電極屑	石灰石	川砂	製品重量	歩留率	使用電力	t 當り電力量	全作業時間
回次	kg	kg	kg	kg	kg	kg	%	kWh	kWh	h:min
第1回例	2,500	390	20	90	40	1,125	90	4,095	3,640	19:40
第2回例	2,500	305	20	180	70	1,080	87	4,050	3,750	19:35
第3回例	1,860	165	20	30	28	295	33	3,312	11,261	15:25

上記に使用せる土鑛の分析 (再録)

Fe	Ni	Cr	Mn	SiO ₂	Al ₂ O ₃	S	P
50.0	1.01	1.64	0.20	2.22	5.46	0.23	0.02

上記より得たる製品の分析

成分	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr
回次							
第1例	1.52	0.33	0.34	0.031	0.021	1.73	1.24
第2例	0.14	0.20	0.05	0.014	0.277	1.67	1.46
第3例	0.12	0.32	0.28	0.020	0.084	5.0	0.12

本製產品は前述の通り優良なる低炭素の含ニッケル屑鐵代用品であつて之を原料とせる鋼は頗る良好なる成績を顯はして居る。

從來我國に於てはニッケル資源の問題が八釜敷く論議せられて居るが大體ニッケルは特殊鋼用として最も多量に消費されるのであるが此の種の含ニッケル土鑛は南洋方面には無盡藏に存在し又内地に於ても同種の土鑛が若狭、大島半島地方其他に夥しく發見されて居ると聞いて居る。之等を本法により處理するならば、我國のニッケル問題の一部が解決出来るのではないかと考へるのである。

之を要するに本直接法はチタン含有の少き砂鐵、或は挾雜物少き粉狀の富鐵に適用して工具鋼、ポールベアリング鋼の如き特に高級なる鋼の原料を製造するに適し他方に於ては南洋方面其他に産する前記の如き含ニッケル粉鐵或は之に類似する特殊の粉土鑛を處理するに好適な方法と認めらる。

(ii) 日本砂鐵鋼業株式會社に於ける直接製鐵法。本法は最初主として種子ヶ島産の砂鐵に適用された方法で砂鐵を磁力選鐵に依て精鐵となし之に木炭粉末を適當量混合し直立還元爐に於て一度海綿鐵に還元し更に之を電氣爐に裝入し、特殊の三鋼滓法により除磷の上 V を還元して鋼中に攝取せしめ直接 V 鋼を製造するを特徴とする方法であつて従て此の方法は V 含有の比較的大なる砂鐵を取扱ふ

場合には面白いと考へる。本法に就ては詳細なる文獻⁷⁾があるから夫れに就て見られ度い。

此の外に日本高周波重工業會社に於て實施せる特殊な直接製鐵法があると聞いて居るが著者は之に就ては全然無智であるから割愛する。尙又所謂タタラ吹による製品に就ては之が特殊の存在であるから茲には省く事とした。

IV 結 言

時局に際し屑鐵の不足は益々甚しくなつて來るから之が使用を節減し又之が不足に對し代用品を如何にして供給す可きやと云ふ問題を考察した。而も屑鐵を必要とする單純平爐及電氣爐は主として所謂良質鋼の製造に充てらるるものであつて軍需用鋼材の如き機械用鋼は殆んど之に依存す可きものであるから良質の屑鐵又は其の代用品を潤澤に且速急に得る事は最も緊要なる問題である。

而して單純平爐用屑鐵代用品としては量と質との見地から熔鑛爐と轉爐との一貫作業による轉爐鋼を主體とし之に回轉爐法に依るルツペを一部併用する事とし酸性平爐用としては鹽基性平爐を以て精鍊せる所謂精製鋼を用ひ電氣爐用としては鑄物或は構造用鋼製造には前述の轉爐鋼及ルツ

ペを配合する程度で宜しいが特に高級なる鋼の原料としては挾雜物の特に少き富鑛を獲得し得る場合に限りウイーバーク法、其他に依る海綿鐵を利用するがよい。又酸性岩基源のチタン含有少き砂鐵例へば眞砂或は挾雜物少き富鑛の粉末又は南洋地方に多量存在するが如き含ニッケル土鑛或は之に類する粉末鑛を處理するには前記のエルー式電弧爐製鐵法を最適の方法とし之等は何れも所謂處女性に富む高級の屑鐵代用品を供給し得るものである。特に後者は時局柄ニッケル資源の確保に對し意義あるものと思考される。

参 考 文 獻

- 1) T. Swinden & F. B. Cawley "Acid Bessemer rimming Steel." Iron Age Nov. 16, 1939.
- 2) Second report of the Steel Casting research committee. "Nitrogen & Oxygen in Steel" Foundry trade Journal. Oct. 15, 1936
- 3) フリードリツヒ, ヨハンセン氏「ノルツプ式レン法の現況に就て」鐵と鋼 第二十五號 第十一號
- 4) R. K. Process Iron Age Nov. 2 1939
- 5) 日下氏 海綿鐵製造の基礎研究 鐵と鋼 第二十四年 第十二號
- 6) 小塚氏 砂鐵製鍊の實地操業に就て 鐵と鋼 第十八年 第五號 附錄
- 7) 上野氏 久慈海綿鐵よりバナヂウム鋼製造の半工業的實驗概要 鐵と鋼 第十八年 第五號 附錄

砂鐵の直接製鋼に関する研究(第2報)

低磷砂鐵よりバナヂウム鋼の製造

(日本鐵鋼協會第20回講演大會講演 昭和13, 10)

佐野正夫*

STUDY ON THE DIRECT STEEL MANUFACTURE FROM IRON SAND (II).
MANUFACTURE OF VANADIUM STEEL FROM LOW-PHOSPHOR IRON SAND.

Masao Sano.

SYNOPSIS:—In manufacturing vanadium steel by a direct steel making process from low-phosphor vanadium-bearing ores as the source material, a flux of sodium carbonate or sodium dicarbonate was used. Addition of this flux enhanced the yield of vanadium and enabled to manufacture easily an excellent vanadium steel with the high vanadium content.

緒 言

本研究は商工省大阪工業試験所に於て前所長莊司市太郎博士並に京大名譽教授齋藤大吉先生の御指導の元に遂行し

* 北海道工業試験場

たもので其の第1報は昭和11年秋の大會に於て發表¹⁾した。その要旨は第1表に示す如く青森縣下北郡二枚橋産出の低磷バナヂウム含有砂鐵を原料とし之を磁力選鑛して媒劑たる燒石灰、螢石及還元劑たる無煙炭を第1表の如き割合に配合して電氣弧光爐に装入し通電開始後原料が少しく