

# 鐵 と 鋼 第十二年 第八號

大正十五年八月二十五日發行

## 論 說

### 製鐵作業上の遺利に就て

(大正十五年六月三十日講演)

向 井 哲 吉

我邦中國や奥州其他の地方に於ける製鐵所並に歐洲に於ても昔時は何れも木炭を逐ふて轉々し山間の僻地運輸の便頗ぶる不利なる所にては鑄鑪を設けたものである、當時にありては勿論鐵の値段もよく相當の利益があつた、夫れでも矢張り運搬上最も不經濟なる木炭に重を措き轉々したるは當然のことであります、成ほど鐵の値段が我邦で獨專相場であつた時分には夫にて結構であつたが現世の如く世界相場となり互に相競争する世の中になつて生産費の高いものは常に壓倒せらるる今日に於ては中々左様な譯に行かず飽までも生産費を節減し競争場裡の勝利者となるべく萬事に就いて周到なる注意を以て努力せねばならぬ世の中となつたのである、勿論之は製鐵事業のみでなく何れの生産事業を問はず獨專事業ならざる限りは世間相場と云ふものがある、此競争に打ち勝つには如何にせば一文半錢たりとも安く造つて利益を大にすることが出来るか又棄たりものを如何に處理せば有利にすることが出来るかと云ふことは其業に就事するものゝ寸時も忘る可らざることにて常に考案研究することが最も大事であると信ずるものであります。

多量生産は其成品を廉ならしむる所以にて何れの産業を問はず宜しく大仕掛にやらねばならぬとは今日の産業經營の最良手段でありましょう、如何にもその通りにて多量生産は其成品を安値ならしむるには最も適當なる方法に相異なる特に製鐵業の如き多量の材料、成品を取扱ふ事業にありて殊更に其必要を感じ相競ふて大仕掛に爲し多量の産鐵を出す様にし成品の價格を低下すべく設備の改良に孜々努力しつゝあることは今更申すまでもなく周知のことです。

然るに如何に多量生産に爲したりとて仕事がズボラで餘計な冗費を要し尙ほ役に立つものも放棄すると云ふが如き有様にては製作數量は増したりとて利益の上がらざるのみか寧ろ損を大ならしむる所以ともなることがある、多量生産になればなるほど其内容を充實して全能力を發揮する様に努力し又廢たりものゝ活用を研究に研究を加へ遺利なき様にせねばならぬと思ふ。

我々製鐵に従事するものゝ最も努力せねばならぬことは第一に節約し得るだけ飽くまでも節約して絶大の能率を擧ぐべく努力することは勿論、第二には副産物の回収、第三は第二と同じ様なれども多少其性質を異にする遺利の收用であると思ふ、其第一に屬するものは原料、材料費、工費の如き作業上の諸経費並に營業諸費にて之れは切詰め得るだけは切詰めねばならぬ、第二の副産物の回収是れは今日頗ぶる注目せられ實施せられをることも多々之れあり現今の鐵價がこんなに安値になつた一大素因であると思ふ、假令ば骸炭爐から發生する瓦斯より硫酸安母尼亞、ベンゾール、ナフサリン、重輕油、ピッチなどを回収して骸炭の價を低減し其爲に熔鐵爐の燃料骸炭は安値と爲り従つて銑鐵の價を低廉ならしむることゝなり又鑄鐵爐作業より生じたる鑄滓はセメントや煉瓦などを製し是亦銑鐵を安くすることゝなる、しかし是等の副産物は何れの場合にも同一の利益ありとなす譯に行かんことがある、假令ば骸炭瓦斯の如き都會の地に近ければ其需用多々ありて値段もよく利益も大なるものであるが田舎にては左様にまゐらず、加熱用の石炭代りに消費する位で利益も少ない、鑄滓煉瓦の如きも其一例にて需用地が遠ければ矢はりダメにて却つて棄る費用を要することもあるから所と場合によつては必ずしも副産物が同一利益ありとは云はれぬ場合もある。

第三の遺利の收用乃ち棄たりものを有利にすると云ふことは自ら製作に應用して棄たりをなくし有利ならしむるものであるから其得る所は副産物として市場に出だし時價が生産費より安き時には損をせねばならぬものに比すれば却つて生産費の低下に大に力あるものと思ふ、今日世間で入かましく云はるゝ廢熱利用是れは爐があれば熱がある其熱を利用して蒸気にすると乾燥に供するが如きは確かに燃料經濟の一である又廢棄瓦斯の利用などは顯著なるものである。

其外思ひもよらぬ所に存外の掘出物が澤山あつて瑣細なることも墜積れば山の譬の如く生産低下に多大の效力あるものが少なくない、殊に製鐵業の如き巨大量の原料、材料を取扱ひ多額の成品や廢棄物を處理するものにありては毎當り1錢や2錢位にても1年に積れば少なからざる金高に上るので一層其必要を感じる次第である、假令は1噸の石炭中より100瓦乃ち一萬分一噸至つて小さな炭塊が棄たるとして見ると1年に200萬噸も消費する所にては200噸1噸8圓とすれば1,600圓之を骸炭とすれば120噸出來るものとすれば少くとも100噸の銑鐵を造る燃料となる。

會て獨逸の工場にて實修したとき一職工一工夫と雖ども決して物を粗末にせざることには實に感服の外なかりしに大戰役後は一層其氣分が濃厚になつて居る様に聞き及びますが翻つて我邦に於ては其點には至つて無頓着の様に思はれることが澤山あります、大工さんの仕事をした跡を見ると釘や木片が散らばつて居り鐵骨組立の跡にはリベット、ボルト、ナットが散布し製鐵工場では鐵の屑、石炭、骸炭、煉瓦屑などが随分散亂し其儘置けば土に埋まり何の役にも立たなくなる併し之を拾集し様ともせず其儘放棄して構はぬとは決して忠實とは申されまい。

しかし斯の如きことは従業員一同が同一氣分になり注意しなければ何の役にも立たぬ其事を聞きますと中々夫れまでは手が廻らんと申さるゝが従業員が其氣持でやりさへすれば手が廻らなくなるまで

に始末がつく筈であると思ふ、此事は單に工場のみではなく家庭に於ても然りである然るに家庭や個人の日常のことには何かにつけよく始末するが工場ではそうでないと云ふことになれば其職に忠實ならざる實に情なきこと、申す外なく此點は將來深く考慮し訓練せねばならぬ必要ありと思考するのである。

斯んなことは百も御承知のことで申し上げる心要もないことなれども見兼ねる場合もあるゆへ一寸憚りなく申し上げたるなり、

却説製鐵所在職中鉄鐵部に勤務中に製鉄上施行したる一二の例につき御参考の爲申し述べて御話を結びたい。

大正6年と思ふ當時鉄鐵部長で第一製鋼科長兼務の時分混鉄爐滓を銻鑛爐に投加することを思ひ立つた、御承知の通り我邦には滿俺鑛が少ない時によると其滿俺鑛の貯藏が少なくなつて狼狽する様なことがあるソコで此混鉄爐滓を見るに。

FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	P	S	Mn
8.18	4.18	36.99	10.76	1.83	2.04	0.026	0.94	27.78

是によれば滿俺含有量は滿俺鑛の2/3位もあるから之を銻鑛爐に投加すれば滿俺鑛の儉約になり鐵分は少ないがやはりいくらかの足しになると思ひ之を用いることにした但し此爐滓は埋立に棄てたものである。

もつとも混鉄爐は當時たつた一臺で其滓の量も少ないから唯少々づゝ投入したばかりであつた、其後に至り鉄鐵中の滿俺量が低減することゝなりたる結果自然滿俺鑛の投入量を減じた爲に混鉄爐滓中の滿俺含有量も減じ來り大正10年12月には4.47大正12年1月には1.69と爲り其上硅酸が多く時には65%にもなる之では御話にならず自然廢止となりました。

次には轉爐滓に目を付けた其以前にも轉爐滓の問題もありしが其當時の銻鑛爐の作業状態はそこまで進んで居らざりし爲に終に用ふるまでに至らず其儘になり居れり、其理由は餘りに硅酸分が高いからと云ふことであつた。

所が大正11—2年以後には此滓も使ふようになつた

	鐵粒	Fe	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Mn	CaO
大正 11 年 2 月	—	—	11.47	48.72	14.28	—
大正 12 年 2 月	13.75	9.06	—	57.74	10.02	8.19

滿俺含有量は少ないがいくらかの足しになり又鐵分の利益ある故之を用ゐたる譯にて其後は引きづゝき投入したるが轉爐滓は其出來る數量は記憶せざるも銻鑛爐の装入原料に割あてるときは誠に少量で従つて影響も瑣細なもので別段算盤を弾きたることはない。

其時分からロールスケール、加熱爐滓など鐵分を相當に含有せるものは銻鑛爐に投入することゝなり就中厚板工場の加熱爐より生ずる滓は硅酸鐵ではなきかとの説もあり餘り注意せざりしが實際は70%以上の鐵分を含んで至極結構なもので之も用ふることにした。

私が鉄鐵部に參れる時分は銻鑛爐作業と云へば中々やかましきもので食せもの乃ち裝入物などは充分に吟味せられ變つたものは先づ裝入を控へ勝でありました。是も御尤もなること我邦で百何十噸と云ふ銻鑛爐を操縦作業せることは製鐵所が初めてにて創業當時から其操業には容易ならず困難をしたもので其當時よりの従業員もあり大事に大事を採られたることは當然のことであるが年を経るに従ひ經驗が積み以前は埋立の埋草として廢棄せられたるものも漸々使ふ様になりたるは偏に熔鑛作業従業員の御經驗と御努力によりたることは誠に感謝に堪へざる次第であります。

大正13年に至り平爐滓を使用することゝなりました。其動機とも云ふは其以前に東京の某工場を見學したる時偶々此平爐滓で何か副生品でも出來まいかとの話あり或は煉瓦にでもなれば都會に近い故下水用其他の用途多々あるべければ兎に角其滓の成分を調べたいとて少量の見本を持ち歸り先づ粉末にした時に金屬鐵の粒多く粉末と爲すに困り試みに磁石で分けて見れば約10%も金屬鐵が混り居ることを發見した。そこで製鐵所の分を試みたる所矢はり同量位混じで居る當時平爐滓は常に分析したるが滓の成分を見る爲に混入鐵分を除き分析せるもので實は金屬鐵分は判らなかつたのである。

當時製鐵所の平爐滓は1日に300噸乃至400噸も出來る其10%40噸の鐵は棄てらるゝことゝなる1年300日の作業と見て約1萬噸以上中々容易ならぬ量であるから故葛技師が製鋼部長であつたから何とか處分せずばなるまいと相談した。もつとも其以前にも平爐滓所分に付ては色々考へたこともあつたが滓中の金屬鐵を取るには微粒に碎き磁石分離にかけねばならぬ1日に400噸も碎くことは其設備も容易でない。然らば外國での平爐滓處分は如何にするかと色々調べて見たけれどもトント見當らないのは外國での平爐滓にはソナ鐵分を含んでるものはないから其儘捨つるものと見へる。尤も鐵鋼を溶かすに最も重要なことは其爲に必然生ずる所の滓の性質に注意を拂ひ最も適當な滓成分を構成せしむることである俗に鋼を造るよりは滓を造ることに努めよと申す位なれば矢はり鐵を含まぬ滓を造り取捨つるものであるらしい。

今平爐滓の平均成分は

SiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe	Mn	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	S
25.16	40.81	6.96	2.91	8.39	9.71	1.06	0.173

鐵分のみでなく滿俺もあれば石灰分もあり亦從來用ゐ來つた鑛石、石灰石のみにては MgO が少ない MgO を増して熔流性を高め様との考へもあつたから是を熔鑛爐に投入するに限るが當時銻鑛爐は4基働き混鉄爐に1基而かも一方には酸性轉爐があり、まだ轉爐鉄と平爐鉄を區別して吹く餘裕がないから平爐滓の様な含磷多量のものを用うる譯に行かぬから其儘になつたが其後銻鑛爐の數も殖へ1—2基は平爐用鉄を吹く都合がついた上に平爐の方でも極軟質の鋼を造るには今までの磷分0.1%以下にては少ないから磷を増したい希望もあり旁々以て平爐滓を試用することゝした。

斯くて大正13年から平爐滓を用ゐる其成績につきては同一銻鑛爐にて13年の1月2月は平爐滓を入れない場合5・6・7の3ヶ月は平爐滓を投入した其結果は次表に示す

	大正13年1月	同 2月	同 5月	同 6月	同 7月
一日の出銑量	278	247	311	306	271
骸炭純1,000担につき	970	1,040	939	932	973
鐵 鑛	1,602 78.5%	1,496 74.7%	1,354 68.3%	1,388 71.2%	1,456 73.3%
支 那	—	8 0.4%	—	159 8.2%	251 12.7%
股 栗	153 7.5%	106 5.3%	—	—	—
上 坡	833 40.8%	736 36.9%	1,241 62.9%	1,177 60.4%	1,185 59.6%
桃 沖	526 25.8%	571 28.6%	85 4.4%	30 1.5%	—
金 嶺 鎮	32 1.6%	—	22 1.0%	22 1.2%	23 1.0%
安 岳	53 2.8%	63 3.5%	—	—	—
滿 俺 鑛	51 2.5%	46 2.3%	16 0.8%	11 0.6%	8 0.4%
硫 酸 滓	—	21 1.0%	22 1.1%	22 1.2%	23 1.3%
厚 板 滓	14 0.1%	12 0.6%	—	—	—
玉 銑	—	2 0.1%	41 4.9%	54 2.8%	34 1.7%
平 爐 滓	—	—	328 16.5%	294 15.3%	289 14.5%
石 灰 石	389 18.9%	425 21.3%	166 8.4%	171 8.9%	177 8.9%
銑鐵成分					
C	4.12	4.06	4.13	4.20	4.19
Si	2.01	2.66	1.21	1.09	1.29
Mn	1.21	1.11	1.20	1.02	1.71
P	0.143	0.114	0.245	0.295	0.291
S	0.041	0.038	0.043	0.030	0.028
Cu	0.019	0.019	0.035	0.065	0.086
鑛滓成分 (平均)					
SiO <sub>2</sub>	—	—	—	29.65	—
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	—	0.63	—
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	—	23.02	—
MnO	—	—	—	1.30	—
CaO	—	—	—	40.34	—
MgO	—	—	—	2.68	—
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	—	—	—	tr.	—
SO <sub>3</sub>	—	—	—	3.78	—

此銑鐵成分中6・7 兩月に銅分が多いのは 支那大冶鑛を多く用ゐた爲なるべし、配合に示せる如く平爐滓を用ゐたる場合に於ける著るしき點は滿俺鑛と石灰石が著るしく減量したることである、當時平爐滓の價格を假りに3圓と見做して計算して見たるに原料並に材料費にて約3圓30錢製出銑が匹當り安

くなつて居る其主要なるものは滿俺鑛と石灰石の減量であつた、滿俺鑛は平爐滓を入れな場合には全装入量の2.3%乃至2.5%投入したものが平爐滓を入れた時には0.4%乃至0.8%で平均1.8%目方で36匁減つたことゝなり石灰石は平均20.1%であつたものが8.7%で11.4%目方で236匁ばかり減つたことゝなる、唯今の所にては轉爐用鉄も造らねばならず熔鑛爐全部に平爐滓を用ふることは出来ぬが假りに製鐵所の鑛鑛爐の製鉄能力年額50萬匁とすれば約150萬圓の節約が出来ることゝなる。

日本製鋼所輪西工場にては先年滿俺回收の見込を以て室蘭工場の鹽基性平爐滓を用ゐられたことある同所の如き石灰石も割合に安くない所では平爐滓中の鐵分、滿俺分を回收すると同時に石灰分を利用する利益ある上に磷分も餘り八釜しくない鉄鐵を造られて居るから事情の許す限りは平爐滓の應用は決して損ではないと思はれる、釜石製鐵所でも金屬鐵回收の爲め數月前より平爐滓を鑛鑛爐に投入せられて居る。

外國では平爐滓の處理につきては餘り苦にせざる所を見ると爐の操業上金屬鐵が含まれない様な鋼滓を組成する如く仕事するものと思はれる、實を申せば金屬鐵が滓中に存在すると云ふことは平爐の操業に何等かの缺陷があるからではないかと思ふ平爐滓の組成につきては當事者の御研究を切望する次第である。

次に試みたるは骸炭を造る石炭を洗つて夾雜物を除く時に生ずる微粉炭を回収する研究其研究の結果は80%ばかり回収することを得た、當時微粉炭は1年に約1萬3,000匁ばかり出来其80%約1萬匁の洗炭を得之を原料素炭に換算すると1萬3,000匁ばかりに相當し鉄鐵の匁當り30錢餘り節約したことになりました。

其次には元來製鐵作業の如き多量の石炭其他の原料成品を取扱ふ所にては1匁につき1錢とか1厘とか云へば誠に話にもならんが數十萬匁とか數百萬匁となると決して少額ではない特に其運搬に至つては或は二重乃至三重にもなり莫大な量になるからして目に立たぬ様でも思ひの外に冗費を要するものである故に運搬設備は當局の技術者に於て最善の注意を以て計畫せねばならぬことゝ思はれる。

多量の原料雜品を運搬するうちには途中にてこぼれるものが少なくない之を拾ひ集めるに人夫や女工1—2人分の給料には代へ難いことがある、こぼれ石炭を拾はせ毎月1—2臺の機關車が燃料を要求することなしに口ハで運轉したことがある。

以上述べたる所は節約の比較的大なるもの一二の例に過ぎないが毎日多量の物品を取扱ひ又多量生産を爲す工場にありては従業員の注意又は考案によりて節約し得るものは實に澤山あることは決して想像ではない事實である。

我製鐵工業は製鐵所創立以來正に30年近い歴史を有し今日に至つたので其間に最も苦心したことは果して鐵を造り得るやにありて鐵の熔解、鐵の加工乃ち鐵を製作すると云ふ一方に邁進努力し初めの頃は作業に就業するものは經濟など兎に角として製作に努めよと暗に勵ました位である故に經濟的工業の方面は多少遅れたかの感がある。後繼工場も先進工場の作業方法に倣ひ兎に角製鐵製鋼の作業を

習ひ所謂右にならひにて今日まで進め來たものではあるまいか、先進外國に行き見學された人のうちには多くは技術的作業又は設備につきては深く研究せられたことは聞くが經濟的作業の微細なる點まで調査されたと云ふことは餘り耳にしない是等の調査も是非に切望する次第である。

三十而立にて最早一身一家を齊へて行くべき年頃になれる我製鐵に従事するものは最早創業の時代ではなく守成的に進歩發達を期すべき時である言を換へれば仕事一方の時でなく經濟的に作業を進めねばならぬ時で當局技術者は技術上の發達は勿論のこと生産の増加能率の増進と共に従業員一同協心して工風に工風を凝らし誰が見ても遺利などなき様に努めねばならぬ時と固く信するのである。

誠につまらぬことをながながとおしやべりいたし御清聽を煩はしたるは恐縮に堪へませぬしかし我製鐵業を發達せしむるには少なくとも是等のことも充分に研究考慮すべき一大必要事と存じ遠慮なく申し述べたる次第御諒恕あらんことを切望いたします。

## 炭素鋼塊の偏析、表面氣泡

### 併びに

### 鎮靜作用と壓延疵

On the Segregation and the Subcutaneous Blowholes of the Carbon Steel Ingot and their Effects on the Defects of the Hot Rolled Steel, and the Killing of the Steel.

大石源治

### 目次

#### 第一章 序論

##### 第一節 研究の目的及び其範圍

##### 第二節 使用する術語の説明

#### 第二章 偏析

##### 第一節 偏析の種類及び其成因

###### 第一項 偏析の種類

###### 第二項 偏析の形に及ぶ諸影響

1. 銻鋼の鎮靜程度
2. 氣泡の位置
3. 注鋼後凝固終了迄の時間
4. 鑄型中の銻鋼の最高温度中心點
5. 不純物の多少及び其性質

###### 第三項 偏析軽減法と實作業

##### 第二節 偏析と含滓

##### 第三節 偏析と熱間壓延鋼材

##### 第一項 中央偏析

##### 第二項 散在偏析

###### 1. 概論

###### 2. 散在偏析の實例

##### 第三項 鋼材熱間加工に對する鋼の影響

#### 第三章 表面氣泡

##### 第一節 表面氣泡の成因

###### 第一項 半鎮靜軟鋼の氣泡の種類

###### 第二項 表面氣泡の豫防法

##### 第二節 表面氣泡と鋼材の缺點

#### 第四章 銻鋼の鎮靜と脱酸劑

##### 第一節 自然の鎮靜

##### 第二節 脱酸劑に就て

#### 第五章 結論