

鐵 と 鋼 第十九年 第十二號

昭和八年十二月二十五日發行

論 說

和 鋼 の 製 造 に 就 て

(日本鐵鋼協會 第11回講演大會講演)

倭 國 一 *

OLD STEEL MANUFACTURING IN JAPAN.

Kuniichi Tawara.

SYNOPSIS:— Since a long time in Japan, magnetic iron sand was treated in a low furnace with charcoal, and heavy mass of iron bear thus produced, about 3—4 tons in weight, was broken up to small pieces. They are sorted into several kinds, according to their own hardness. Their chemical compositions are very pure, low in sulphur and phosphorus. The original sands having pretty rich contents of those elements, the author proposes in this paper the liquation theory prevailing in the bottom of furnace to explain this fact.

I. 製造方法の概述 II. 和鋼の特徴 III. 和鋼生成の機構 IV. 結 論

今日一般に使用する鐵鋼材は従前は専ら輸入に仰いだものであるから、此等の時代にては之を洋鋼と唱え夫に對して古來本邦に於て砂鐵を原料として製造した高炭素鋼を和鋼と唱えたものである。

明治御維新迄は和鋼が唯一の刃物の材料であつたし、現在でも日本刀を製作するには必需のものである。然るに其製造法は明治末期より漸次衰退し大正末年に至り全然廢滅に歸した、然れども其鋼の質たるや極めて優良であつて、或る種の目的に對しては必要の品であるから、近時之が復興の計畫ある所以であり、又之が製造に關しても研究するを要する次第である。

I. 製造方法の概述

和鋼を製造せしは古來山陰地方に限られて居つた、即ち伯耆、出雲及石見にてのみ之を生産した。之は原料の關係に基くものである。砂鐵に二種の別あつて、赤目と眞砂がある、和鋼の製造には眞砂小鐵のみを原料として居る、眞

砂は寧ろ粗粒で磁酸化鐵に富んで居る、即ち還元し難い鑛石に屬する。

製造に使用する爐は粘土より築き上げたもので、其底に當る部は嚴重なる保温裝置を施し絶対に濕分を避ける爲めに木炭の粉末より成り立つて居る。爐の大きさは種々あるも大概ね高さ3尺3寸、其幅頂上3尺、底部6寸、長さ1丈位、爐の兩側に各々十八九本の羽口を備えて居る。操業中爐壁は絶えず浸蝕せられ、爲めに爐底部の幅は擴大され終に三晝夜の終りには2尺5寸位に成るのである。燃料は木炭を用ゐ、別に媒熔劑を與えない、最も鑛滓の流動性を増す爲めに、砂鐵の洗ひ滓即ち重に珪酸より成るものを適宜加ふことがあるが、主に爐材を浸蝕熔融して鑛滓即ち柄實を生成することになる。從て三晝夜の後は爐を崩壊して新しく爐を築造して次の工程に移る。送風は勿論冷風にて簡單なる送風裝置、從來は人工にて動かせるもの、最後の期に至り水力又は電動機に依りて動せる木製臼子を使用した、其壓は僅に水柱0より一寸位迄の間である。

装入すべき砂鐵の種類に四通あつて、最初は爐熱低き爲め還元し易き第二酸化鐵に富むものを入れ、次いで以下漸次磁酸化鐵より成るものを與える。各20分間毎に砂鐵を

* 東京帝國大學名譽教授

先に、次に木炭を加え、最初は各 2—3 時間毎に銑鐵を爐外に抽出する。二日目の終り頃より爐底の幅漸く廣く、其中心部に送風の達せざるに至り其部に砂鐵、木炭又は低炭素鐵の堆積物を見るに至る。爐内壁に沿ふたる部に於てのみ、反應盛んに行はれ還元せられたる鐵塊漸次に蓄積し、爐内羽口面以下に存在する、而して三晝夜の後は爐底大の鐵塊即ち鑄塊を生じ、其大きさは長さ 1 丈、幅 2 尺 5 寸、其厚み 1 尺のもので其重量 3—4 噸に達するものである。

爐を取り崩したる後、鑄を引出し冷却し之を重錘にて打ち砕くのであつて、其方法が古來立派に發達したものである。昔時にても爐の大きさ略ぼ之と同一のものであつた様で従て巨大なる鑄の處分に困却せるは當然のこと、思われる。二百年前迄は僅に鑄や玄翁にて手打にて打砕きしもの、鐵山秘書に依れば爐上にて其儘鑄を 4 つに打ち砕けりとあるも、高熱の鐵塊之を打ち折ること殆んど不可能の仕事と考えらる。4 分せしもの各々 100 貫目位のものを 1 日分の仕事として鍛冶屋に送り、4 人にて鎚打ちして 3 寸と 4 寸の角材に延ばし、又赤熱して飴色より少し赤く熱し之を流水中にて焼入れをして細かく碎きて小片となし販賣せしが如く、之を延鋼と唱えた。而して焼入しても碎けざるもの之を鍊鐵の原料となしたと説いて居る。兎に角鑄塊の内如何にも取り扱ひの困難なるもの、之を處分すべき術なく徒に放棄せられしもの今日尙中國に於て處々に之を發見すと稱せらる。

鑄塊の破碎方法の改良^(しろはね)は白鋼とす稱するものを生じ、之が近年迄製造せられたる方法である。今を去る百六七十年前寶曆年間に鑄鐵にて重錘を造ることを發明し、之を鋼と稱した、之に依る時は鑄塊を爐床より其儘引き出して銅折小屋に入れて所謂銅折を爲した。天明年間には二種の銅がある、1 は太上折とて 40 貫の重錘を綱を用ゐる人力にて引き上げ、他は刎木折とて 30 貫の重錘を材木の弾力を利用して引上げ、各々鑄塊上に落して之を破碎したものである。斯く碎きたる大小の片を其破面により質の硬軟、良否を鑑定して仕分して販賣した、白い破面を其儘現すから白鋼と唱えた。他方此銅なる重錘の重量益々増加し文化年間には 150 貫目となり、轆轤裝置にて 15 尺位の高さに引上げて打ち落とし。又文政年間に至り其重量 250 貫目、安政年間に 400 貫目のものを用ゐる之を長方形に鑄造して、滑車にて之を 30 尺の高さに引き上げて鑄塊の上に打ち落とし、能く破碎し選別の目的を達した様である。以上は出雲國家鳴家の

記録に據つたもので、明治時代の銅折り方法と同一形式に發達した。

斯く破碎したるもの小は指先大のものより、大は 1 尺位のものあり。各々別の商品名を附して其用途に應じて販賣した。餘り大形のもの之が使用の方法なかりしも、明治時代には吳海軍工廠に送りて酸性平爐鋼の原料となし玉鋼^(たまはがね)の名稱を與へた。

II. 和 鋼 の 特 徴

以上述べしが如く鑄塊を破碎して選別し仕上したる和鋼は、純粹なる高炭素鋼であつて其他の成分又は鑄滓を殆んど含まないを特徴とする。今之を列舉して説明する。

1. 製鍊に使用せし原料及同時に生成せし他の鐵類に比して其磷分殊に少なきこと。
2. 原料砂鐵中に存在せし珪酸其他の不純物より生成せらるべき鑄滓を殆んど含まざること。
3. 小塊に破碎され分類せられたる各塊は其炭素量略ぼ一樣なること。

先づ第 1 項に就て説明する。山陰、山陽地方に於て古來使用した砂鐵の有する化學成分の發表せられたものは其數頗る多い。其内にて氣付いたものを舉げると第 1 表の如くであつて、かなりの磷分を含有して居る、即ち含有鐵分百に對して大概ね 0.05 乃至 0.1% を普通とする。而して生成せる銑鐵は第 2 表の通りで、大凡そ磷分 0.04% 位である。

第 1 表

名稱/成分	Fe	SiO ₂	Mn	P	S	TiO ₂	V ₂ O ₅	鐵 10 對する P
籠り小 鐵	58.05	6.24	0.88	0.038	—	5.40	0.14	0.07
籠り次小 鐵	58.64	5.03	1.42	0.030	—	4.60	0.15	0.05
籠り上小 鐵	60.37	4.61	0.91	0.086	—	4.73	0.20	0.13
下り小 鐵	60.38	7.23	0.67	0.058	—	2.69	0.16	0.09
(倭—古來の砂鐵製鍊法)								
伯耆日野	61.9	6.70	0.16	0.048	0.003	4.34	—	0.08
同 上	57.8	10.10	0.64	0.007	0.004	6.30	—	0.012
出雲仁多	59.9	8.90	0.46	0.048	0.004	5.20	—	0.08
出雲飯石	59.8	9.40	0.25	0.044	0.003	5.32	—	0.07
伯耆福成山	62.40	7.40	0.054	0.105	0.002	5.02	—	0.17
(長谷川氏—鐵と鋼大 15 五年 110 頁)								

第 2 表

名稱/成分	C	Si	Mn	P	S	Ti	Cu
砥波銑二日目午後	3.55	0.02	Tr	0.043	0.01	Tr	—
同 上三日目早朝	3.61	0.03	0.01	0.033	0.01	—	—
(倭—古來の砂鐵製鍊法)							
銑 (田 部)	4.46	0.15	0.19	0.043	0.003	—	Tr
銑 (杉原吉彌)	3.48	0.008	0.30	0.042	0.004	—	Tr
(大阪博覽會報告)							

然るに同時に製造せる和鋼の有する成分は第 3 表に示す通り、炭素 0.8% 以上 1.8% 迄とし、磷分は僅に 0.01

乃至 0.02% 位に留まり、著しく純良である。

電 3 表

名稱/成分	C	Si	Mn	P	S	Ti	Cu
砥波鋼最上	1.33	0.04	Tr	0.014	0.006	Tr	—
同上玉鋼	0.89	0.04	"	0.008	Tr	"	—
(依—古來の砂鐵製鍊法)							
鋼(櫻井)	1.15	0.023	Tr	0.018	Tr	—	Tr
水鋼(清水權四郎)	1.54	0.018	"	0.017	"	—	"
火鋼	1.49	0.022	"	0.016	"	—	"
白鋼(近藤)	1.43	0.022	"	0.011	"	—	"
鋼	1.10	0.019	"	0.018	"	—	"
碩鋼	1.84	0.021	"	0.021	0.006	—	"
玉鋼	1.23	0.010	"	0.009	Tr	—	"
火鋼(杉原)	1.54	0.006	"	0.019	"	—	"
水鋼	1.43	0.024	"	0.024	"	—	"
鋼鐵二號(田部)	1.44	0.012	"	0.018	"	—	"
天一號	1.49	0.024	"	0.017	"	—	"
司三號	1.48	0.021	"	0.016	"	—	"

(大阪博覽會報告)

尙和鋼製造の際に生成せる鑛滓は第4表に示す如き成分

第 4 表

名稱/成分	Fe	S.O ₂	P ₂ O ₅	TiO ₂	V ₂ O ₅	鐵 100 に對し て P
砥波初日柄實	49.52	22.52	0.09	5.10	0.24	0.08
砥波上り柄實	34.40	30.16	0.11	9.24	0.31	0.15
砥波下り柄實	27.20	41.30	0.12	9.51	0.16	0.18

(依—古來の砂鐵製鍊法)

を有し、其鐵分に對して 0.15% の多量に達して居る。自分の調査した伯耆國砥波鑛の例に基き計算して見ると、原料砂鐵中にあつた磷分の總量中其の 8 割は鑛滓に行き、1 割 4 分が鉄に入り、僅かに 6 分のみ鋼及び仕分けせし鑛(鍊鐵の原料と成る)に残ることになる。

元來和鋼製造法の如き低溫度にて作業し、多量の鐵分を鑛滓中に遺棄して顧みざる方法に於ては、不純なる原料より純良なる製品を得るのが特徴であるけれど、本方法に於ては殊に主眼とせるもの即ち鋼に最も其の著しき作用を認め、優良なる製品を得たことは注目すべき現象である。

第2項に關しては和鋼中の非金属物含有量を定量した、沃度液に少量の枸橼酸アンモンを加えたものにて試料を溶解して第5表に之を掲げた。

第 5 表 和 鋼 中 の 鑛 滓

	C	P	V	Ti	スラグ 全量%	スラグの分析					
						原試料に對し%			スラグ中の%		
						S.O ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃
1. 某 鑛 和 鋼	1.72	—	—	—	0.82	—	—	—	15.00	—	60.85
2. 砥波の第二番鋼	1.48	0.012	+	+	1.58	0.046	0.042	1.33	2.92	2.66	84.26
3. 砥波の鋼	1.76	0.014	—	+	1.06	0.048	0.048	0.85	4.54	4.54	80.15
4. 砥波の鋳	1.83	0.022	+	—	1.68	0.060	0.124	1.34	3.58	7.39	80.19
5. 根雨より出品	1.33	0.006	—	—	4.03	0.120	—	3.87	0.295	—	95.28
6. 某 鑛 和 鋼	1.15	0.010	+	—	1.55	Tr	0.036	1.33	Tr	2.32	85.68
7. 根雨より出品	1.64	0.023	+	—	1.61	"	nil	1.43	"	nil	87.20
8. 某 鑛 和 鋼	1.38	0.025	+	+	1.60	"	0.130	1.31	"	8.16	82.31

(+は痕跡)(前田六郎氏分析)

同表に就て見るが如く含有せる磷分は少量なるのみならずありと考慮する。

ず、其非金属介雜物も一例を除きては 1% 乃至 1.5% に留まり、特に注意すべきは鑛滓は専ら酸化鐵より成り立つて居り、珪酸を含むことが少ない點である。各試料を採りて顯微鏡にて検査せしに同様の結果を得た、即ち處々に珪酸類の介在物を認めしも、多くは酸化鐵であつて其形は間々其幅薄き線狀に表はるるも他は粒狀にて地金中に存在せるを知つたのである。此等非金属物の生因に關しては尙研究するを要するも、普通の鍊鋼に認むべき製鍊中に同時に成生せし鑛滓を含有しないのであるから、或は原砂鐵の未還元部分が其儘残るか、又は鑛塊冷却に際して浸入せる空氣の爲め二次的に鋼の空隙に生ぜし鐵肌と認定すべきものである。

又含有せる珪素分は主に珪酸として存在するものであつて、砥波産鑛を定量せしに全珪素 0.038% 其非金属介雜中のもの 0.028% にして、金屬中には僅に 0.01% の珪素あることを知つた。

第3項の各地の炭素含有量の略一樣なることは、各試料を其組織にて判定せしにセメントタイトの分布狀況及其多少に依り、一樣なりとの結果に到達した。

而して和鋼はスポンジ鐵の如く全然固態の儘、還元せられしものと大に其状態を異にして居る。即ち空虚の部少なく往々 1~2 寸の區域に亘り何等之を認めざるものあつて其見掛比重も從て大きい。一旦鎔融せしもの互に其連結せし觀がある、完全に發達せるセメントタイトの針狀結晶は其長さ 4~5 mm に達するものがある。

III. 和鋼生成の機構

以上述べたる事實に依り、和鋼が爐内に鑛塊と成つて生成する機構を考察するに、單に砂鐵は爐内を降下するに際し還元反應を蒙りて金屬鐵となり、次いで炭素を含蓄すべ

きものとし、其炭素を含むべき狀況が其範圍に於て略ぼ均一なりしを以て、各地の炭素量も略ぼ一定せりと概括的に考ふべく、磷分の還元程度少なかりし爲め含有磷分も亦少なかるべしと論すべきも、以上和鋼の特徴を最も能く説明し得べきは爐内に於ける鎔離(ライクレーション)現象を應用するに

爐作業の終期に於て鉚塊中に盛に和鋼が生成せらるゝ時期にありては、既に爐底部に鐵塊の堆積せるものがある。砂鐵粒が爐内にて還元し加炭せらるゝや、其各粒の受くべき作用決して一樣でない、梅津博士はスポンジ鐵を研究せるに當り相隣れる鑛石粒より生成せりと思ふべき鐵粒の炭素量を検査せしに、屢々著しき相違あるを認めたのである。之は粒の有する組織、殊に裂開面の方向の相違等に依り、同一狀況の下に作用せらるゝも、強ち同一生成品を生ぜざるものと考えらる。斯く同一場所に來りし砂鐵粒か或るものは先づ充分に炭素を含有し得たりとせんか、其もの先づ鎔融し爐底に降下することになる。爐底には既に結晶の核となるべき鐵塊存在せるを以て、之に接觸して二相に分たれ固體は炭素を含むこと少なき鋼となり鉚を生長せしめ、母液は銑となつて更に爐底に降下し滞留することゝなるのであつて普通の鐵と炭素二元合金の狀態圖に見るが如くである。夫で爐底の溫度が一定せる期間は又同一溫度の存在する區域内に於て、同一成分の炭素を有すべきものを生ずることになる。即ち換言すれば爐内を降下する各砂鐵粒は還元せられて、與炭せらるゝ程度はまちまちなりとするも、生成せらるべき鋼の炭素量は一定するのである。斯く觀じ來れば磷分が鋼に少なく、銑に集る事實も、又爐内生成の鑛滓が鋼に來らざる事實の證明も首肯出来るのである。

以上述べたるものは、既に存在せる爐底の鐵塊は一種の炭素及び磷分の濾過作用を爲すものと認知するものであつて、左程純良ならざる原料砂鐵より極めて優良なる鋼を製造することに成り、和鋼製造法に於て始めて企圖すべきものにして、他の方法にては到底爲し得ざる反應なりと考へらる。

今日、の鎔鑛爐の作業の如き爐底の溫度極めて高き場合、爐底に鐵塊の堆積すること間々ありて、其炭素含有量の低きものを認むることあり、是れ同様なる現象に基くものと認める。

IV. 結 論

和鋼を製造すべき古來の製鍊法は、木炭の缺乏、鐵分の損失、勞力の著しく多きこと等到底經濟上之を施行するに困難なるものである。之を近代の學理を應用して比較的廉價に製造せんとせば、之が使用者たる刀匠と協力し研究せねばならぬも次の點を考慮に入れるべきものとする。

1. 砂鐵を過剰なる高溫度に曝露せしめず、之を還元すべきこと、バーデン鋼は其質大概ね良好にして、現時の鎔鑛爐又は平爐、電氣爐等にて鎔融せしものに望まれざる性能を有するは、一般に認められたる事實である。

2. 生成鑛滓を殆んど含蓄せず且つ含有炭素量略ぼ一定すべきこと、又不純物を含むこと極めて少なきこと。

以上の如きは極めて純良なる砂鐵を更に選別して、豫め不純物を除去する必要があるべく、之を適當なる方法に依り例令ばスポンジ鐵製造法の如きものに依り還元し相當なる炭素を附加するにありと考える。

終りに種々の助力をして呉れた工學士前田六郎氏に感謝の意を表します。

白 銑 鑄 鐵 の 脱 炭 に 就 て (第 1 報)

脱炭と爐内瓦斯の關係

(日本鐵鋼協會 第 11 回講演大會講演)

内 藤 逸 策 *

THE DECARBURISATION OF THE WHITE CAST IRON.

(The first report)

I. Naito.

SYNOPSIS:—In the production of the white heart malleable cast iron, in practice, close pack the white cast iron in a furnace with some iron oxide, and anneal for a long time at a high tempera-

* 加鑄物株式會社冶金研究所