

# 回轉爐製原鐵の特質

柳 田 繁

## CHARACTERISTICS OF THE ROTARY FURNACE RAW IRON

Sigeru Yanagida

**SYNOPSIS:**—Among some kinds of raw iron made with the rotary furnace, sponge iron and loop (Luppe) belong to the principal material for steel making which may be treated similarly to scrap iron. A third product which may be regarded as the intermediate between the two can be manufactured in the actual rotary furnace operation. It is tentatively called a “Karuisi-tetu” (pumice iron). The three kinds of raw iron e. g. sponge iron, pumice iron and loop were compared as regards to their industrial characteristics and the following conclusion was obtained:

The manufacture of loop is the most rational among several rotary-furnace methods and the simplest in the smelting operation. The loop manufactured under suitable conditions and in a perfect process of production, has no defect when used as material for steel making. There is no better grade of raw irons that is not dependent on the scrap iron. However, the grade of the final product of loop depends on the method for its manufacture. Therefore, a more effective development in this line should be found and some unfavorable criticisms on the loop hitherto produced would be dispelled if a standard specification for its composition is formulated.

### 目 次

- I. 緒 言
- II. 回轉爐製原鐵
  - 1. 海綿鐵 2. 輕石鐵 3. 粒 鐵
- III. 粒鐵の電気爐精鍊
- IV. 處女鐵としての粒鐵
- V. 最終製品たる粒鐵の品位
- VI. 結 論

### I. 緒 言

回轉爐に依る製鐵法は遠く 20 餘年前から研究されてゐながら、最近迄大した發展を見なかつたのであるが、近年に至り新製鐵法として冶金上に新領域を展開し來つた。

特に回轉爐直接製鋼法は屑鐵に依存せざる製鋼方式の一つとして關係方面に大なる期待が懸けられ、時恰も戰時體制下海外依存より脱却し自給自足の鐵鋼國策遂行上其の使命は更に新しいものを加重されるに至つたのである。

斯る劃期的意義を有する回轉爐製鐵法は其の方法に於て、將又之に依つて得られる原鐵の特質に於て、果して正鵠なる、そして満足すべき認識を世間に與へてゐるものであらうか？ 喧傳される所が果して其の實相なりや否や？ 各種各様の操作方法に依つて製造される原鐵である以上吾人は其處に當然企業的價値並に原鐵自體の特質の相違を認めざるを得ない。

今や回轉爐製原鐵は好むと好まざるとに拘らず使用しな

ければならぬ現狀に鑑み、茲に屑鐵に代り眞に優良製鋼主原料たり得る回轉爐製原鐵の特質に就て、理論に拘泥せざる實際操業の觀點から卑見を述べる次第である。

### II. 回轉爐製原鐵

回轉爐に依つて製造せられる原鐵を大別すると、海綿鐵、粒鐵、銑鐵の 3 種に區別される。之等は各々獨特の製造過程を経て製出されるもので、製造方法の主眼が製鍊溫度にあることは云ふまでもない。

此の 3 種の原鐵の内、屑鐵に代つて所謂製鋼主原料たり得るものは海綿鐵と粒鐵であるが、實際回轉爐操業に於ては兩者の中間製品と目すべきものを製出し得るのである。之を假に輕石鐵と名付けて茲に 3 者の特質を比較する。

#### 1. 海綿鐵

純度の高い酸化鐵の粉末に水素ガスを作用せしめて得るところの海綿鐵は、黒色ではあるが全く綿のやうに軟かいものであるが、企業的に海綿鐵として定義されるところの回轉爐製出物は一見之と甚だ異なる形態のものである。

一般に定義された海綿鐵とは

鐵鑛石を装入物の成分の熔融點以下の溫度に於て還元して得たものであつて、海綿鐵は酸化物中の酸素の除去により多孔質には成つてゐるが、處理鑛石の粒と大體同じ大きさを有するものである。

とされてゐる。そして海綿鐵は適當な還元條件の下では約

900°C前後に於て工業的に製造し得られ、且混在する不純物の大部分と磁力的に分離することが出来ると謂はれてゐる。

元來回轉爐に依つて海綿鐵を製するに就て之が利點とする所は、極めて低温で處理出来る關係上

(a) 鑛石中に含まれてゐる不純物が鐵と合金しないから所謂處女鐵を作り得る。

(b) 回轉爐の壽命が長く長期連續操業が可能である。

此の2つの特徴が擧げられてゐるやうであるが、其の反面工業的實施操作に當つては幾多の缺點を有し、之が企業價値の考察は深く熟慮を要すべきものと思ふ。

其の缺點とするところを擧ぐれば

(a) 海綿鐵が回轉爐から排出される場合、微粒子で然も多孔質なるが故に酸素の接觸面多く之が再酸化は容易に防ぎ得るものではない。

(b) 海綿鐵は製品として空中に放置されてゐる間にも、又之を熔解する際にも酸化され易い。

(c) 製品たる海綿鐵品位が不揃ひ勝ちである。それは還元部に於ける温度勾配を成る可く少くしないと爐壁に附着物を生じ易いので此の温度調節が容易でなく、従て還元率の變化が著しい。回轉爐に於ては、供給される熱源が微粉炭であらうとガス燃料であらうと、どうしても局部的過熱帯を生ずるからである。

(d) 海綿鐵製造に適する原鑛石は成る可く不純物の含有少なき富鐵に限られ、貧鐵は不適當である。即ち珪酸、鹽類、チタン等の不純物の多量を夾雜する鑛石に依る場合は還元率が甚だ劣悪であるばかりでなく、還元された海綿鐵と鑛滓乃至未還元鐵との工業的分離操作は餘程適切な發明がない限り不可能とされてゐる。

(e) 海綿鐵を主材としての製鍊は屑鐵に依る普通の方法に比べて採算的に甚だ不利である。海綿鐵は熱傳導悪く多量の熱量と長時間とを要するからである。

(f) 「海綿鐵に依て作つた鋼の性質が餘程優秀であるかの如く云ひふらされてゐるのは、事實を誇張し過ぎたものである」と謂はれてゐるやうであるが、結局は採算を無視せざる最終的製品の純度如何の問題であつて、不純物の介在が處女性の發揮を阻害するものと考へる。

以上海綿鐵の缺點の主なるものを列擧したのであるが、これ等幾多の缺點の前には其の特徴とする點が極めて色淡いものとなり全く理想と現實の距離を示すものとも考へられる。

## 2. 輕石鐵

海綿鐵と粒鐵との中間製品とも云ふべきものであつて、概して玉状を呈し太さは徑 30mm 位から大きいものになると 200mm 程度のものも少くない。

何れも

表面鑛滓

の皮を以

て覆はれ

其の内部

に軟かい

還元鐵が

不純物と

融着され

たまゝ抱



第1圖 輕石鐵の破面

藏されてゐる。此の不純物は還元劑の殘部たる炭素と鑛滓、石灰等である。金屬光をした此の部分が一見輕石に似てゐるので輕石鐵と名付けたのである。

此の輕石鐵は約 1,050°C 前後の温度に依て生成され、爐内に於ける裝入物が一度粘状を呈する過程を経なければ生成しないのである。

此の輕石鐵をも海綿鐵と稱する向も有るやうであるが、前記海綿鐵の定義には該當しない實體である。生成過程から見ても明かに海綿鐵から粒鐵への半製品たることは疑ふ餘地がない。

第1表 輕石鐵の成分

原鑛石		Fe	SiO <sub>2</sub>	P	S
A. 磁鐵鑛		55.2	10.5	0.033	0.11
B. 赤鐵鑛		39.2	40.2	0.090	0.04

輕石鐵		T. Fe	M. Fe	C	SiO <sub>2</sub>	P	S
A. を處理したもの		61.30	54.44	3.44	11.14	0.034	0.21
B. " "		62.57	49.10	1.82	22.28	0.002	0.008

第1表は 200mm 程度の大塊から資料を採つたものゝ結果であるが、總じて輕石鐵は大塊のもの程品位が高く、20~30mm 位の小塊では第2表の如く鐵分品位が低下するものである。

第2表 輕石鐵の小塊の成分

T. Fe.	M. Fe	C	SiO <sub>2</sub>
60.8	18.4	1.5	18.5

此の理由は大塊のもの程内部の還元鐵が表面の鑛滓皮に依つて完全に保護されるが、之に反し小塊になる程表面の

鑛滓皮が不完全な關係上爐から排出される迄に再酸化され勝ちなものである。之等大小の玉を成す輕石鐵は、未還元鐵を含む塊狀鑛滓や還元劑の殘部等と混合状態で爐から排出されるのであつて、どうしても之が選別精製操作を必要とする。

選別精製操作としては、この排出物を碎鑛機に掛けて粗碎し更にボールミルに掛けねばならぬ。そうすると鑛滓分は粉碎され輕石鐵は打ち固められて一見粒鐵に良く似た形態のものとなつて粉末と共に排出されるのであるが、更に之をトロンメルと磁力選別機に掛ける工程を経なければならぬ。茲に注意すべきことは、ボールミルに於て輕石鐵の大半は粉狀となつて鑛滓粉と混合されるのであるが、この粉狀物の磁選操作と云ふものは極めて困難なものであつて、結局最終的品位と歩留の點に於て満足なる結果を得られない。然らばボールミルに依て粒鐵狀に精製されたものゝみに就て其の品位如何と見るに、第3表の如く幾分か品位の向上を認め得るが、然し製鋼主原料たり得る原鐵の域には尙程遠いものである。

第 3 表 精製輕石鐵品位

	T.Fe	M.Fe	C	SiO <sub>2</sub>
精 製 前	62.57	49.10	1.82	22.28
精 製 後	70.06	61.46	0.53	19.60

電氣爐精鍊結果の一例

上表精製輕石鐵を某所に於て7噸エルー式電氣爐に依て處理した精鍊結果は第4表の如く甚だしく劣惡を示す。

第 4 表 輕石鐵の電氣爐精鍊

精鍊時間	9h
鋼塊尙當り電力	1,443 kWh
製鋼歩留	56.4%
酸性鋼滓なるため爐底の損傷甚だし	

輕石鐵の歩留

第1表に示すB赤鐵鑛を處理する場合、回轉爐に於ける輕石鐵の歩留は、爐況の最も順調な時で25%程度に過ぎない。即ち100tの鑛石から25tの輕石鐵が製出される。

次にこの輕石鐵塊をボールミルに掛ける精製工程に於て大凡その50%は粉狀となり收得不可能となるので結局最終的歩留は12.5%となる。即ち100tの鑛石から得られる輕石鐵は僅々12t程度に過ぎず、茲に更に重視しなければならない點は、最終製品たるこの輕石鐵品位が還元鐵分61%程度に過ぎないことである。

上記は爐況の最も好條件下に於ける結果であるが、かゝる好條件を持続することは、回轉爐操作上甚だ至難なものである。即ち生成溫度範圍小なる爲溫度が上昇すれば粒鐵法に移行して本旨に反することゝなり、溫度下降すれば海綿鐵狀態となつて歩留採算不可能となる。従て實際操業に於ては上記溫度變化が交錯して本文の如き結實さへ得難いものである。

之を要するに貧鑛に依る海綿鐵乃至輕石鐵の生産は何等の特徴を認め得ず、何れも製鋼主材たり得ない不生産的原鐵なりと指摘するものである。

3. 粒 鐵

粒鐵の製鍊溫度は1,200°Cから1,300°Cの範圍であつて輕石鐵製鍊溫度を一步進めたものである。

但粒鐵生成帶に於ける鑛滓の粘狀化と、適當なる滲炭作用とは粒鐵生成上不可缺の條件であつて、粒鐵の生成が單に溫度のみに依存するものでないことを附言するものである。故に上記範圍の製鍊溫度に従て最も好ましき條件に従ふべき工夫を必要とする。従て粒鐵製造方法が單一なる條件に限られる可きものは斷定出来ない所以である。

1. 粒鐵の生成

回轉爐に於ける粒鐵の生成は凡そ3つの冶金的階梯を経なければならぬ。

即ち海綿鐵帶、輕石鐵帶及び粒鐵帶が夫れであつて、各帶に於ける冶金的作用は自ら相違するものである。而して之は爐内の熱勾配に基づく最も好都合な自然現象である。即ち海綿鐵帶に於て酸化鐵はその酸素を放出して完全に還元して海綿鐵となり、次に輕石鐵帶に移行して鑛滓分の軟化に依て海綿鐵の蝟集が始まり此處で輕石鐵となつて更に粒鐵帶に移行して、熔融狀鑛滓中に於て適度の滲炭作用(單體又はガス狀炭素により)を受けて固形粒鐵を形成するのである。

故に回轉爐の特徴乃至操作の安定はこの自然現象を無視することに依て失はれ易いものである。

例へば粒鐵生成帶の局部的發熱作用のみに捕はれて海綿鐵帶と粒鐵帶との距離を極度に接近せしめるが如き方法を用ひるならば、生成される粒鐵は大部分砂狀を呈する細粒であつて、粒鐵品位の不揃ひと歩留の劣惡はまぬかれ難いであらう。更に酸化鐵の珪酸化に依て爐材を侵蝕され易い點も考へられる。

バセー法に依る銑鐵製造過程に於ては、何處迄も鑛滓を



熔融せずに海綿鐵をその儘熔融せしめるのであるが、粒鐵の製造は之に反し、鑛滓と鐵の熔融點の差の適度の應用である。回轉爐内に於ける冶金的作用は爐の回轉による裝入物の反轉復運動に依て最も好都合にその目的が達せられるのであつて、粒鐵を造る上に回轉爐のみが持つ特長であり偉力であると謂へる。

2. 粒鐵の形相及び品位

粒鐵の大きさは普通 0.5mm 位から 50mm 程度のものが混り合つて居るのであるが、其の太さの量的割合は製造方法に依て一様では無い。

之を二つの異つた製造方法に就て比較すると、第5表の如く殆ど逆の結果を示すものである。

表5表 製造方法の相違に依る粒鐵太さの割合

製造方法	10mm 以下の粒	10mm 以上の粒
A 方法	30%	70%
B 方法	80%	20%

最近冶金界で粒鐵の缺點の一つとして此の粒度の小さ過ぎることが擧げられてゐるが、粒が小さ過ぎると保存中表面酸化が激しいこと、粒狀鑛滓との分離が困難なため多量の鑛滓が混在され勝ちであること等の事實は否めない。尙粒が小さ過ぎると電氣爐精鍊に於てセグリゲーションを起すやに謂はれてゐるやうであるが、これも多量の鑛滓が混入してゐる爲であつて完全に精製された粒鐵ではかゝる懸念は無いのである。要するにかゝる缺點を除去するには、成る可く粒度の大きい粒鐵を可とし、従て前記B方法よりもA方法を執るべきである。

3. 粒鐵の分類

粒鐵は外見上3種類に區別される。

- A. 表面薄い金屬皮膜を以て内部に軟かい輕石鐵を包藏するもの(第2圖)。
- B. 表皮も内部も金屬結晶狀に充實したもの(第3圖)。
- C. 内部が中空にして球狀を呈するもの(第4圖)。

以上3種類の粒鐵の内

A粒鐵は滲炭度を弱く製鍊されたものであつて、内部の

輕石狀の中にはどうしても炭素粒や鑛滓の幾分かを夾雜してゐるものである。例へば太さ 50mm 程度のA粒鐵をとつて、其の表皮と内部輕石鐵との成分を比較して見ると第6表の如くである。

第6表 A粒鐵の表皮と内部の成分比較

%	M.Fe	T.C	Si	P	S
表皮	98.28	0.34	0.12	0.012	0.036
内部	94.62	1.59	2.52	0.028	0.104

この現象は粒の小さいものよりも大きいもの程甚だしく、大小、同時に爐から製出されたものを取つて太さ別に其の品位を比較して見ると第7表の如く甚だしい相違が認められる。

第7表 A粒鐵の粒度別成分比較

%	M.Fe	T.C	Si	P	S
大きさmm					
15~20	94.82	0.85	1.09	0.03	0.056
40~50	92.80	1.05	1.18	0.032	0.062
100	85.68	2.18	2.26	0.052	0.079

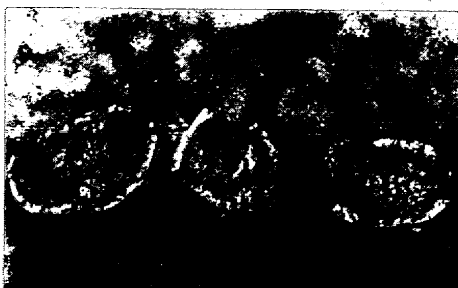
以上述べるが如く A, B, C, 3種類の粒鐵の内、此のAが品質上最も劣るものである。

次にBは滲炭度を一歩進めて製鍊されたものであつて、決して温度のみに依るものではない。即ち鑛滓の熔融状態従て爐内停滯時間に大なる關係を持つものである。従てBには夾雜物が殆ど無く極めて高品位なものである。種々なる原鑛石を使つて得た粒鐵の平均成分は第8表の如くである。

第8表 B粒鐵成分

	M.Fe	C	Si	P	S
褐鐵鑛にて	98.25	0.98	0.13	0.032	0.069
磁鐵鑛にて	97.60	1.02	0.22	0.03	0.054
砂鐵にて	97.16	1.05	0.28	0.09	0.120

次にC粒鐵は鑛滓の粘度が極めて低くなつて、爐内停滯時間が長い場合に生成するもので、滲炭度の進行が内部發生ガス壓の作用を受けて球狀を呈するに至るのである。此のC粒鐵も品位が極めて高く



第2圖 A粒鐵破面



第3圖 B粒鐵破面



第4圖 C粒鐵破面

Handwritten note: 57x12=684



第 9 表 C 粒 鐵 成 分

M. Fe	C	Si	P	S
97.2	0.98	0.41	0.03	0.05

粒鐵製造に當り A, B, C 3 種の粒鐵の内、何れの品種に目標を置く可きであるかは自明であつて、當然 B 種を選ぶべきに異論は無い。

粒鐵は製造操作方法が一定である以上原鑛石の種類と品位の如何に拘はらず、その品位は概ね一定して製出される點製鋼主原料として特に重大なる意義を有するものである。第 5 圖は精製 B 粒鐵の實寫である。

以上 A, B, C 3 種粒鐵の金屬組織及び不純物の混合状態を顯微鏡に依て比較して見ると第 6~第 8 圖の如きものである。(寫真倍率約 75 倍)

4. 粒鐵の歩留と還元率

原鑛石に對する粒鐵の歩留は主として處理せられる鑛石

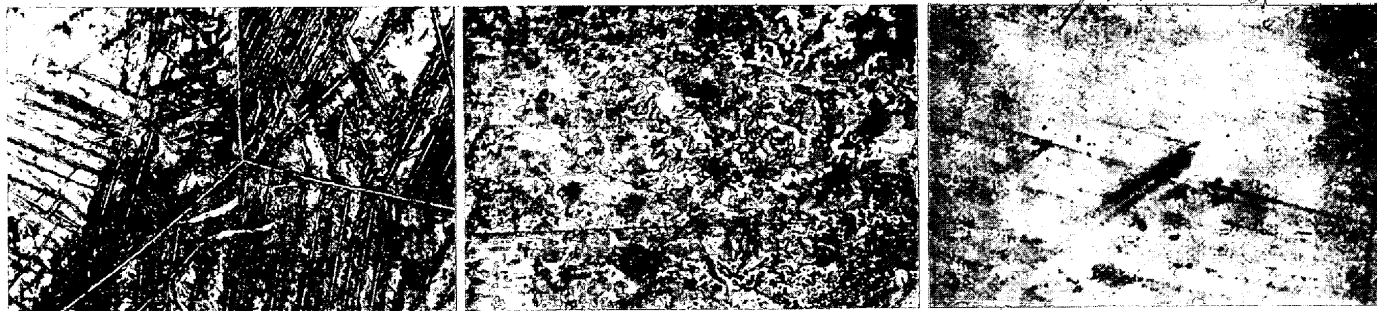


第 5 圖 精 製 B 粒 鐵

の品位と含有水分に左右されるは勿論であるが、一方還元率は製鍊操作の技術的巧拙と鑛滓量に支配されるものである。

故に或る一種の鑛石を處理する場合製鍊技術の如何によつて歩留は還元率に左右されることは勿論である。

*57 x 12 = 684*



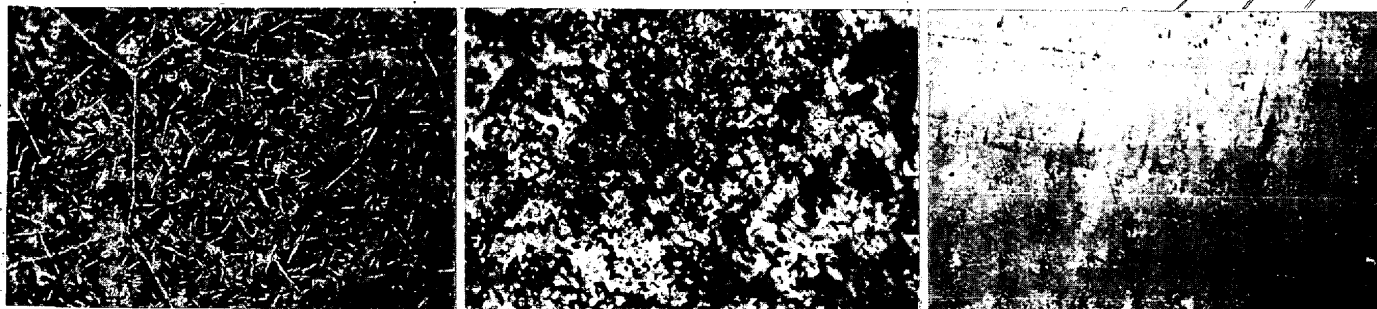
I 表 皮 部

II 内 部 の 輕 石 状 部

III 表 皮 部 中 の 不 純 物

第 6 圖 A 粒 鐵 (含ニッケル・クロム鐵鑛を原鑛とす)

*13 x 57 = 741*



I 褐鐵鑛を原鑛とせるもの

II 含ニッケル・クロム鐵鑛を原鑛とせるもの

III II 粒鐵中の不純物

第 7 圖 B 粒 鐵



I 褐鐵鑛を原鑛とせるもの

II その不純物

第 8 圖 C 粒 鐵



回轉爐に於ける粒鐵の還元率は普通 93~95% を示し經濟的に製鍊效果の著しいものである。

例へば

鐵分40% 鑛滓分37% を含有する鑛石を處理した場合の結果を示すと

鐵量：鑛滓量=40:60

鑛滓量は豫め添加せる石灰と石炭灰分を含む

鑛滓中に移行せる  $FeO=6\%$  ……分析結果

∴ 鑛滓に移行せる全  $Fe=2.8\%$

∴ 還元率 $=\frac{40-2.8}{40}=93\%$

此の場合粒鐵は鐵分品位平均  $MFe 96\%$  を得たのであるから原鑛石に対する歩留は

粒鐵歩留 $=\frac{\{40 \times 93\}}{100} \div \frac{96}{100} = 38.8\%$

### III. 粒鐵の電氣爐製鍊

一般製鋼操業に於て粒鐵の缺點として取り上げられ易い所は次の點に存する。

(a) 粒度が小さ過ぎること。熔解し難く、又錆び易いことと、輸送中の損失は決して輕視出来ない。

(b) 粒鐵に鑛滓の混入が甚だしいこと。精鍊歩留の低下は勿論、酸性鑛滓なるが爲め爐底の損傷甚だしく且多量の  $SiO_2$  が  $Si$  となって地金に合金される。

(c) 粒鐵中の  $C$  と  $S$  が高過ぎること。

以上は何れも當然技術的に解決され得るものであつて、かかる缺點を有する粒鐵は完全なる製造過程を経てゐない。従て製鋼主原料たり得ない製品である。比較的高品位の粒鐵を以てした某社の精鍊成績は第10~12表の如くである。

本表はエルー式7趣電氣爐に依り、屑鐵に對する粒鐵配合量を30% から60% 迄逐次増加した場合の實跡である。

第10表 粒鐵の電氣爐精鍊成績

配合量 屑鐵：粒鐵	鋼種	精鍊時間				出鋼歩留		使用電力 良鋼適當
		熔解期	酸化期	還元期	總時間	良塊歩留	總歩留	
A 70% : 30%	炭素 工具鋼 第二種	3°~45'	40'	1°~25'	5°~50'	91.1%	92.3%	832
B 60 : 40	CrMo鋼	4°~20'	30'	1°~05'	5°~55'	92.8%	93.0%	897
C 50 : 50	CrMo鋼	4°~20'	55'	1°~10'	6°~25'	92.7%	93.2%	672
D 40 : 60	特種 工具鋼 第一種	3°~10'	50'	1°~20'	5°~20'	91.9%	92.7%	853

第11表 鋼塊化學分析表

	C	Mn	Si	P	S	Ni	Cr	Mo	W
A	1.13	0.36	0.21	0.018	0.021	—	—	—	—
B	0.27	0.64	0.30	0.021	0.013	—	1.28	0.15	—
C	0.29	0.72	0.28	0.027	0.009	—	1.05	0.18	—
D	1.31	0.39	0.23	0.029	0.014	—	0.84	—	4.03

第12表 物理試驗表(燒鍊後)

	降伏點 kg/mm <sup>2</sup>	抗張力 kg/mm <sup>2</sup>	伸 %	絞 %	硬 度
A	61.8	96.2	13.6	24.0	269
B	63.0	75.4	22.4	62.2	228
C	69.5	80.9	26.0	67.4	270
D	70.5	97.5	15.6	13.7	293

本表は昭和15年夏頃の實際操業結果を發表したものであるが、その後更に粒鐵品位の向上と精鍊操作の熟練に依て間もなく粒鐵100%の域に進み操業上何等の障りもなればかりか、現に益々その眞價を發揮しつつあり。

茲に麥飯と米飯との炊き加減の相違に譬へて、同じ爐で同じ鋼を製することながら用ひる主原料に從て精鍊上其處に必然的に手加減乃至手練と云ふものゝ工夫と會得が必要であることは論を俟たない。

### IV. 處女鐵としての粒鐵

近來回轉爐製粒鐵が商品として一般製鋼界へ出廻るに及び、使へるとか使へないとか、或は又處女性の有無に關して兎角の批評や論議を耳にするのであるが、完全なる製造過程に依て成された粒鐵の處女性乃至正純性は、製鋼主原料として成分上不安の多い一般屑鐵の比ではない。

即ち製鋼の要旨は鐵以外の成分なき純鐵に適當の成分を添加すべきものたることは論を俟たず、屑鐵の如き種々雑多の成分を持つ材料を用ひる時は、之が完全なる除去精鍊が困難であり従て優秀なる結果を得難いのは寧ろ當然である。

處女鐵たる粒鐵の眞價は實に其處に存するのであつて、

完全なる粒鐵の實體を究めずして、徒らに粒鐵を危懼する世評は皮相の見である。茲に好個の實例を擧げて粒鐵忌懼論者の参考に資したい。

第13~15表は某社に於てニツケルクロム鐵鑛石を原料とした回轉爐製粒鐵と普通屑鐵とを用ひて電氣精鍊した場合の實跡比較である。特に第15表機械的性質比較中粒鐵100% 使用せるものゝ衝撃値の優秀さは處女鐵たる粒鐵の眞價に

非ずして何であらうか。

以上の分析結果に基づき 27.2% の鑛滓が混在のまゝの現品の総合的成分を算出すると次の如くである。

第 13 表 原鑛石と粒鐵の平均成分

鑛石	Fe	Ni	Cr	P	S	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
	50	0.8	2.3	0.015	0.45	4.5	6.7
粒鐵	M.Fe	Ni	Cr	P	S	Si	C
	94.0	1.65	1.80	0.02	0.09	0.45	0.95

第 14 表 製鋼々塊化学成分及び屑鐵對粒鐵装入配合割合

	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	屑鐵對粒鐵割合
A	0.40	0.24	0.54	0.017	0.020	1.51	0.46	100% 屑鐵
B	0.28	0.23	0.48	0.016	0.018	1.22	0.72	30% 屑鐵; 70% 粒鐵
C	0.25	0.45	0.45	0.020	0.028	1.33	0.30	100% 粒鐵
D	0.26	0.28	0.46	0.038	0.020	1.27	0.60	100% 粒鐵

第 15 表 機械的性質比較表 (鍛工品 75mm 丸)

摘 要	試 験 片 寸 法			引 張 試 験				硬 度 B.H.N	衝 撃 値 mkg/cm <sup>2</sup>
	直 徑	斷 面 積	標 點 距 離	降 伏 點 kg/mm <sup>2</sup>	抗 張 力 kg/mm <sup>2</sup>	伸 %	絞 %		
Ni-Cr 鋼 第 1 種 標準規格	—	—	—	50	70	22	50	200	12
Ni-Cr 鋼 第 2 種 標準規格	—	—	—	65	80	18	45	230	12
A	14.0	153.9	50.0	83.1	98.7	20.8	54.8	262	12.6
B	"	"	"	67.5	80.6	24.4	63.2	223	18.7
C	"	"	"	53.2	71.0	28.8	67.6	210	24.5
D	"	"	"	61.2	72.0	24.1	69.0	212	27.3

V. 最終製品たる粒鐵の品位

回轉爐から製出される粒鐵の一つ一つが如何に高品位であらうとも、粒鐵と鑛滓との選別操作が不完全であるならば、最終製品たる粒鐵の総合品位は著しく低下し、遂に製鋼主原料たるの要素を失墜するものである。巷間粒鐵不評の因は主として此處に存するのであって、かくの如きでは粒鐵の眞價が認められないのは當然である。

茲に某所より入手した粒鐵とその鑛滓に就て批評を試みるならば

1. 本試料は粒鐵の大きさ 5mm 以下 1.5mm 程度の極めて細粒にして、粒鐵中に粒狀鑛滓の混在量 27.2% なる多量を有してゐた。

之を磁選し粒狀のみの分析成分は

	T.Fe	Mn	P	S	C
A	96.51	0.03	0.060	0.124	1.02

粒鐵のみとしては可成り優秀である。鑛滓のみの分析結果は

	T.Fe	Mn	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	P	S	C
B	9.07	0.25	56.66	11.53	16.55	1.45	0.08	0.166	1.75

A を粒鐵 B を鑛滓とする

	A × 0.728	B × 0.272	合 計
T.Fe	70.26	2.47	72.73
Mn	0.022	0.068	0.09
P	0.044	0.022	0.066
S	0.090	0.045	0.145
C	0.742	0.476	1.218
SiO <sub>2</sub>	—	15.41	15.41
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	3.14	3.14
CaO	—	4.50	4.50
MgO	—	0.39	0.39

かくの如く最終的製品々位は輕石狀鐵程度迄に低下してゐる。

2. 本製鍊に於て生じた鑛滓を見るに鑛滓中鐵の混在量 30.7% にして之を磁選し、鑛滓分のみの分析結果は

A を鐵分 B を鑛滓とす

	B × 0.693	A × 0.307	合 計
T.Fe	6.29	29.63	35.92
SiO <sub>2</sub>	39.27	—	39.27
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7.99	—	7.99
CaO	11.47	—	11.47
MgO	1.00	—	1.00
Mn	0.17	0.009	0.179
P	0.055	0.018	0.073
S	0.116	0.039	0.155
C	1.213	0.313	1.526

上表に見る如く鑛滓中多量の鐵分を残すものが恐ろしく歩留の劣悪さを示すものである。

従來一般に粒鐵製造者は、製造過程に於ける重點を回轉爐操作のみに捉はれ過ぎて、精製選別操作の重要性が輕視されてゐる傾向がある。

故に粒鐵が商品として取引される以上其處に當然一定の規格を設定すべきであつて、粒鐵品位の向上、從て粒鐵眞價の發揮に向つて一段の拍車が掛けられることゝなるだらう。

VI. 結 論

回轉爐に依り製造せられる製鋼用原鐵を海綿鐵、輕石鐵及び粒鐵の3種類に大別して、その各々に対する企業的に見た性質の概要を論じたのであるが之を要するに

(1) 海綿鐵の生産はその原料を不純物の含有少なき富鑛に求むる場合のみ有意義ではあるが、純度の高い海綿鐵のみを得ることは至難である。從て海綿鐵本來の特徴を發

揮し難い。況や貧鐵を以てする場合の採算價値は全々認められ得ないものである。

(2) 輕石鐵は不生産的製品であつて、回轉爐操作の最も至難なものであるばかりでなく何等の特徴を認め得ず。而して到底製鋼主原料たり得ない半製品である。

(3) 粒鐵の生産は回轉爐製鐵法中最も合理的にして然も製鍊操作の最も容易なものと云へる。而して好ましき條件のもとに完全なる製造過程を経て生産される粒鐵は製鋼主原料として何等の缺點を有せざるものであつて、屑鐵に

依存せざる原鐵として他の追隨を許さざるものがある。

粒鐵生産上最終的製品々位は、一に懸つてその製造方法に依て決せられるものである。従來の粒鐵に對し馨しからざる世評は技術的に容易に解決される可き問題に過ぎない。

今や粒鐵生産技術は量的に且質的に日進月歩を示しつつある今日、更に一段の向上飛躍に向つて敢て粒鐵成分規格の設定を希望するものである。

## 鋼のオーステナイト結晶粒度に就て (第一報)

(日本鐵鋼協會第 24 回講演大會講演, 昭和 15. 10)

河 合 正 吉\*

### UEBER DIE AUSTENIT-KORNGRÖSSE DES STAHLSES

Masayosi Kawai

**SYNOPSIS:**—Die Austenit-Korngroesse ist eine wichtige Moment der Eigenschaften des Stalles. In den letzten Jahren, so sind manche Untersuchungen auch in Japan geleistet worden. Aber als die Darstellung der Korngroesse, die uns den Anhalt der Untersuchung geben und das Resultat des Experimentes quantitativ zeigen soll, hat man bis jetzt verschiedene Methoden aufgenommen, aber gab es keine bestimmte Resultat. In diesem Berichte, deshalb handelt der Verfasser erstens statistisch diejenige Darstellung ab und gibt eine rationale Methode an. Zweitens vergleicht er vier Austenit-Korngroesse entwickelnde Methoden (zum Beispiel, Einsatz-, der Oxidations-, der Salzbad-, und Doppelhärtungsmethode) und äussert ihre Stärken sowie Schwächen.

### I. 緒 言

鋼のオーステナイト結晶粒度の問題は、既に 18 世紀に佛蘭西の Réaumur に依て研究されたが、その後は 20 世紀に到る迄殆ど顧られなかつた。1922 年 H. W. McQuaid-E. W. Ehn に依り滲炭鋼の異常性と粒度との間に一定の關係ある事が報告され、瑞典に於ける工具鋼の破面試験の發達と相俟つて、鋼に於けるオーステナイト結晶粒度の研究が重要視されるやうになり、更に米國に於ける自動車工業の發展は、鋼の性質の一樣性、特に熱處理感受性の一樣性を極度に要求し、盛に結晶粒度の研究及びその實際的な應用が行はれるやうになった。

我が國に於ても、其の研究の重要性が痛感せられ、1939 年の初頭より、日本學術振興會第 19 小委員會第一分科會に於て、各所の共同研究が開始せられ、現在の處その粒度

標準圖及び標準顯出法等が決定されるに到つた。本報告は長崎製鋼所より學振に提出された研究結果の綜合報告である。

### II. 結 晶 粒 度

鋼のオーステナイト結晶粒度とは、鋼が  $A_3$  點以上の一定温度に一定時間加熱された際のオーステナイトの状態に於ける粒度を意味するもので、これを常温で再檢出する爲に種々の方法が講じられてゐる。結晶粒度に關しては、勿論各結晶粒の體積が求められ、その體積頻度が明かにされれば充分であるが、實際上不可能である。一般に不透明な媒體中に多數の粒子が散在する場合には、媒體中の任意の面に現れる粒子の斷面積の大きさからその粒度を判定する。以下此の方法がどの程度に妥當であるかを統計論を適用して數學的に吟味する事とする。

\* 三菱重工業株式會社社長崎製鋼所