

Table 3. Dezincization results.

Kind of pyrite cinder	Treating temperature (°C)	Treating time (mn)	Zinc content (%)	Degree of dezincization (%)
Yawata	698	40~45	0.28	58.8
〃	879	〃	0.20	70.6
〃	955	〃	0.12	82.4
Showadenkō	948	0~5	0.50	42.5
〃	〃	10~15	0.30	65.5
〃	〃	20~25	0.27	69.0
〃	〃	30~35	0.20	77.0
〃	〃	40~45	0.15	82.8
Kurosaki	927	〃	0.24	63.1
Rosa	944	〃	0.14	56.3

ほんの一部の分析にとどめた。しかし、脱鉛もまた良好であつて相当量の鉛が除去できることには疑問の余地がない。

## VII. 結 言

硫酸焼鉛の脱銅に関する基礎的条件をもとにして、流動焙焼炉操業による中間試験をおこなつた結果、処理温度約 950°C、処理時間 45~60mn の条件のもとで脱銅率 79~92% の好結果が得られた。脱銅と同時に脱硫、脱亜鉛、脱鉛も十分おこなわれるから、このような乾式塩化焙焼法を硫酸焼鉛に適用することによつて硫酸焼鉛を優秀なる鉄鉱石に変えることができる。

また、本操業条件での流動焙焼炉内の流動状態も相当に安定であり、この乾式法の工業化への明るい見通しを得ることができた。

## (17) 高純度鉄の特性に関する研究 —その 1

(高純度鉄に関する研究—I)

日曹製鋼、技術部

工博〇 高井 清・工 佐藤祐一郎

### Studies on the Special Features of High-Purity Pig Iron—Part 1.

(Study on high-purity pig iron—I)

Kiyoshi Takai, Yuichiro Sato.

## I. 緒 言

一般に鉄鋼製品とくにロール、鋼塊鑄型等ではそれに使用される原料鉄によつてその使用成績が異なることが知られている。しかしその原因および機構については多くの学説があるにもかかわらず、まだ十分なる説明が与えられていない。したがつてこの現象をその原料鉄のもつている処女性 (virginity) あるいは遺伝性 (heredity) という漠然たる言葉で説明しているに過ぎない。し

かし従来の研究結果を概観して、原料鉄の処女性に関係深いと考えられる因子の中でとくに重要と考えられる点を森田博士はつぎのように指摘せられている。

(1) 原料鉄に含有される酸素、水素、窒素などのガス含有量およびこれらのガス成分の存在形態。

(2) 普通に分析される鉄中の C, Si, Mn, P, S 以外の不純物の含有量およびこれらの元素の存在形態。

これらのうちで(1)においてははまだガス試料の採取法、ガス分析法およびガス成分の存在形態などに未解決の点が多く、(2)においても含有元素の態別分析が困難である点がある。しかし鉄中に含まれるガス以外の微量不純物についてはガスの場合と異り今日では相当に正確に分析し得るにいたつている。著者は微量不純物含有量のすくない高純度鉄を他の原料鉄と比較検討し、高級鑄物用原料鉄として高純度鉄の特性を見出すために本研究を行なつた。

## II. 高純度鉄の製造概要

砂鉄は微粒状でチタンを含有する鉄鉱石であるため、これを熔鉄炉で単位配合して製錬する時には鉄滓中のチタンと空気中の窒素とが反応して炉床部にこれらの複雑な高融点の化合物を生成し操業困難に陥る。しかるに電気炉によつて製錬を行えば、電気炉内の温度調節が容易であるため、低温還元が可能となり送風の影響も受けないので容易に製錬が可能となる。このように砂鉄を電気炉製錬することにより得られる鉄鉄を砂鉄鉄と呼んでいるが、砂鉄鉄中には Ti, V, Cr, P および S らの不純物が含有されているので鑄物用原料鉄として使用するには不適當である。著者はこれらの不純物を 1300°C 以下の低温において二次精錬することにより、鉄鉄の炭素含有量がほとんど変化しないで有害不純物のみが極く微量まで除去し得るにいたつた。かかる方式で製造した鉄鉄を著者は高純度鉄 (high purity pig iron) と呼称するものである。

## III. 高純度鉄の化学成分

従来鑄物用原料鉄としてスエーデン木炭鉄は最高級品とせられ、ついで国内産木炭鉄が重要視せられている。ダクタイル用鉄としては Ti, P 含有量の比較的低いものが使用されている。著者はこれらの代表的原料鉄について C, Si, Mn, P および S 以外の 10 元素についてその化学成分をしらべた。Table 1 にこれを示すが、表に示す如く高純度鉄およびスエーデン木炭鉄は P, S, Ti, V 含有量がとくに低い。国内木炭鉄は Ti, V 含有量は比較的低位が P 含有量が高い。ダクタイル用鉄は Ti 含有量にとくに考慮が払われているが、高純度鉄に比較

Table 1. Chemical composition of some typical pig irons.

Chemical composition (%)	Mark of pig irons						
	H	S	J	D	N	C	E
C	3.885	4.150	4.180	4.254	4.342	4.073	4.252
Si	1.843	1.040	1.053	1.322	1.259	2.695	0.372
Mn	0.008	0.475	0.464	0.262	0.259	0.443	0.315
P	0.014	0.028	0.069	0.076	0.088	0.137	0.132
S	0.011	0.014	0.024	0.027	0.028	0.037	0.035
Cu	0.018	0.005	0.015	0.090	0.060	0.059	0.018
Cr	0.009	0.005	0.011	0.015	0.010	0.015	0.045
V	0.007	0.005	0.013	0.010	0.009	0.068	0.286
Ti	0.009	0.009	0.022	0.070	0.079	0.165	0.250
Sn	tr	0.002	0.034	0.034	0.039	0.069	tr
Pb	tr	0.002	tr	0.002	0.002	0.001	tr
Sb	tr	0.010	0.002	tr	tr	tr	tr
As	0.004	0.006	0.023	0.009	0.008	0.034	0.006
Ni	0.008	0.001	0.004	0.006	0.012	0.007	0.008
Al	0.009	0.003	0.009	0.010	0.008	0.007	0.013
Total impurity except C, Si, Mn	0.089	0.090	0.224	0.347	0.343	0.600	0.793

Mark: H High-purity pig iron.

J Japanese charcoal pig iron.

C Coke pig iron.

S Swedish charcoal pig iron.

D.N Ductile pig iron.

E Electric pig iron.

していちじるしく高い。砂鉄または普通鋳物鉄は Ti, V, Cr, P および S 等がいちじるしく高い。したがって C, Si, Mn 以外の微量不純物含有量を合計したる量で比較すると高純度鉄、スエーデン木炭鉄はほとんど同様であるに対し、国内木炭鉄は約 2.5 倍、ダクタイル用鉄は約 3.9 倍、コークス鉄は約 6.7 倍、砂鉄鉄は約 8.8 倍の微量不純物を含有している。

#### IV. 高純度鉄の顕微鏡組織

鋳鉄鋳物の顕微鏡組織とくに黒鉛の配列、形状、粗細等がその特性を大きく支配するものである。

試料熔製のためクリプトル電気炉で 5 番並型天然黒鉛坩堝を使用し、1400°C で各種原料鉄 1 kg を装入熔解し、熔鉄温度 1450°C でフェロシリコン、フェロマンガンおよび金属チタンを加え、所定化学成分とし、1500°C において 15 分間保持し、ただちに坩堝を炉外に取出して、鋳鉄浴温度 1300°C において乾燥砂型内にて丸棒 (25mmφ×150mm) に鋳込んだ。

顕鏡試片は鋳造丸棒の底面より 40mm の切断面中心部より採取した。この結果高純度鉄はスエーデン木炭鉄、国内木炭鉄に見られるごとく伸びのよい均一分布したる黒鉛を示すことを見出した。

#### V. 高純度鉄の機械的性質

鋼塊鋳型のように加熱、冷却のくり返しの熱応力を受ける鋳物に相当する原料鉄の材質を判定する手段は精密引張り試験によつて応力-歪曲線を調べることである。すなわち、スエーデン木炭鉄においては、応力が小で歪が

大であるし、これに Cu, Cr, Ti, V, As および Al 等の不純物を添加すれば、その引張り強さを高め、伸びが減少することが知られている。著者は高純度鉄についても応力-歪曲線を求めた。

すなわち試料の熔解は強制通風のコークス加熱炉を使用し 80 番並型天然黒鉛坩堝に各種原料鉄約 60 kg を装入熔解した。熔解すれば 1450°C で 15 分間保持し、ただちに炉外に取出し取鍋中で冷却し、1350°C で乾燥砂型内で 160×200×200mm 角材と 40φ×350mm 丸棒に鋳造し、これから肉厚感度試験片と引張り試験片とを採取した。Fig. 1 はその結果を示す。すなわち高純度鉄

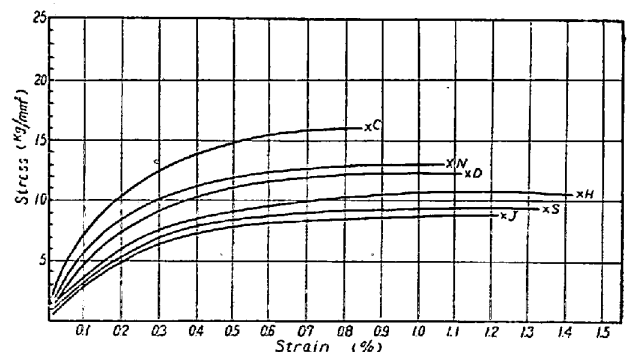


Fig. 1. Stress-strain diagram of some typical pig irons.

および国内木炭鉄はいずれもスエーデン木炭鉄と同様な応力-歪曲線を示すが、ダクタイル用鉄、コークス鉄は引張り強さが高く、伸びが減少している。肉厚感度試験片による硬度試験によれば高純度鉄のそれは比較的均一分

布を示した。

## VI. 高純度鉄の流動性

森田博士の研究によれば、熔融金属が湯道の流れつつ冷却凝固する場合、過冷の大小がその流動性に大きな影響をおよぼすものである。したがって微量不純物含有量が少いスエーデン木炭鉄および高純度鉄は過冷しやすい筈であるし、流動性も良好であらうことが推定し得る。一定条件下において両者について比較試験を行なった結果は流動性を示す指数が高純度鉄で 79.9, スエーデン木炭鉄で 74.6 を示した。すなわち両者の流動性にはほとんど差異が認められない。

## VII. 総 括

(1) 高純度鉄の微量不純物含有量はスエーデン木炭鉄のそれと同程度であり、国内産の原料鉄のいずれよりもきわめて低い値を示す。

(2) 高純度鉄の顕微鏡組織とくに黒鉛分布および形状は、スエーデン木炭鉄、国内木炭鉄のそれとほとんど同一である。

(3) 高純度鉄の機械的性質とくに応力-歪曲線においては、スエーデン木炭鉄、国内木炭鉄のそれと同一の傾向を示し、鋼塊鑄型用原料鉄として適当していることを示す。

(4) 高純度鉄の流動性はスエーデン木炭鉄のそれと優るとも劣る事がない。

## (18) 高純度鉄の特性に関する研究

### —その 2—

#### (高純度鉄に関する研究—II)

日曹製鋼, 技術部

工博○高井 清・工 佐藤祐一郎

#### Studies on the Special Features of High-Purity Pig Iron —Part 2.

(Study on high-purity pig iron—II)

Kiyoshi Takai, Yuichiro Sato.

### I. 緒 言

著者らはその I において高純度鉄の製造概要を述べ、さらにその化学成分、顕微鏡組織、機械的性質および流動性について他の原料鉄と比較検討した。本研究は、高純度鉄を球状黒鉛鑄鉄用原料鉄として使用したる場合の黒鉛球状化の難易およびこれを熱処理したる場合の機械的性質の変化、チル化したる場合の熱衝撃に対する抵抗性を調べた。

### II. 黒鉛球状化試験

球状黒鉛鑄鉄の製造においては使用原料鉄の種類によ

って黒鉛球状化に難易があることおよびスエーデン木炭鉄を使用すれば少量の Mg 処理量によつて完全球状黒鉛鑄鉄が製造しうることなどは一般によく知られている事柄である。しかして、これらの現象の原因として原料鉄中に含まれる微量不純物の影響が支配的であることも明らかになつてきた。著者は高純度鉄の黒鉛球状化能を調べるためつぎのごとき実験を行つた。すなわち試料の熔製はクリプトル炉を使用し、10 番並型黒鉛坩堝を使用し、1 回の熔解量 3 kg とし供試鉄が熔解すれば 1450°C において Si, Mn を調整し 10 分間保持したる後坩堝を炉外に取出し、鑄鉄浴温度 1350°C にてホスホライザー (鉄板製、内径 30 mmφ, 高さ 30 mm) を使用して、Fe-Si-Mg 合金 (Mg 20%) を添加した。反応終了すれば Fe-Si 粉末 (粒度 20~40 mesh) で 0.4% Si に相当する量を接種し、乾燥砂型の顕微鏡試料として 25 mm φ の丸棒に鑄造した。Mg 添加量は Mg として 0.3, 0.2, 0.1, 0.05 (%) とした。試料の化学成分は C=4.0%, Si=2.5%, Mn=0.4% を目標とした。試験結果はつぎのごとくである。

(1) Mg 添加量 0.3% の場合には、高純度鉄、スエーデン木炭鉄、ダクタイル用鉄(D)は完全な球状黒鉛を示すが、ダクタイル用鉄(N)はやや球状の崩れた黒鉛を示し、コークス鉄(C)は片状黒鉛を少し残留した。

(2) Mg 添加量 0.2% の場合には、高純度鉄、スエーデン木炭鉄、国内木炭鉄、ダクタイル用鉄(D)は完全な球状黒鉛を示すが、ダクタイル用鉄(N)では片状黒鉛が点在し、コークス鉄(C)では微細な粒状黒鉛と片状黒鉛の混合組織を示す。

(3) Mg 添加量 0.1% の場合には、高純度鉄、スエーデン木炭鉄、国内木炭鉄は完全な球状黒鉛を示すが、ダクタイル用鉄(D)(N)ともに片状黒鉛を示し、コークス鉄は球状化が認められない。

(4) Mg 添加量 0.05% の場合には、高純度鉄、スエーデン木炭鉄ともに片状黒鉛と球状黒鉛とが半分位分布しているが、国内木炭鉄は球状黒鉛を認められない。

もちろん Mg 添加量と残留 Mg 量とを正しく一定にする必要があるが、不純物含有量の多い原料鉄においてはやや低くなるのは当然である。以上の試験より高純度鉄は球状黒鉛鑄鉄用の原料鉄としてきわめて適当していると考えられる。

### III. 球状黒鉛鑄鉄の機械的性質

高純度鉄および他の各種原料鉄から熔製した球状黒鉛鑄鉄の機械的性質、とくに熱処理を施した場合について試験を行つた。試料の熔製、Mg 処理の方法は球状化試