

に達し、 TiO_2 は CaO と結合し、 TiO_2 の活量もかなり大きく、 TiC を生成し易い。しかし $\text{CaO}/\text{SiO}_2=0.6 \sim 1.1$ の範囲でも、 $\text{TiO}_2 > 35\%$ となれば、 TiO_2 の活量増加を防止しえず、 TiC の生成が見られる。したがって、著者は製鉄鉬滓として $\text{CaO}/\text{SiO}_2=0.8 \sim 1.1$ 、 $\text{TiO}_2 < 33\%$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3=5 \sim 12\%$ の組成を標準として採用し、現在の電気炉製鉄を可能ならしめることができた。

2. 小型高炉における製鉄反応

製鉄反応の一般的推移は何等電気炉の場合と異なる所はない。しかし含チタン砂鉄の高炉製鉄は、電気炉製鉄にくらべていちじるしく困難が多く、 $\text{TiO}_2=5 \sim 10\%$ の鉬滓においても、 $\text{CaO}/\text{SiO}_2=1.0$ となれば安定操作が困難となり、 $\text{CaO}/\text{SiO}_2 < 0.8$ の場合に辛うじて操作しうるにすぎない。(3) 式および Fig. 2 は小型高炉の結果からえられたもので、鉬滓の脱硫能は電気炉製鉄にくらべていちじるしく弱く、測定点のばらつきが多い。

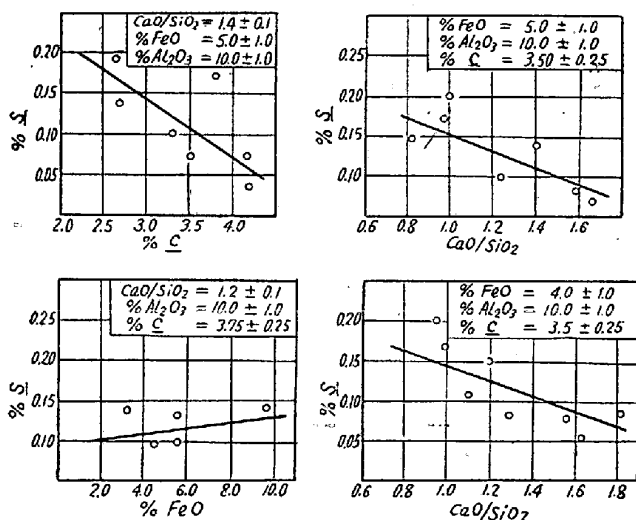


Fig. 2. Independent relationships of CaO/SiO_2 , FeO and C with S in blast furnace smelting.

$$\text{S} = 0.00366 \text{ FeO} - 0.108v + 0.00124 \text{ Al}_2\text{O}_3 - 0.0777 \text{ C} + 0.5022 \dots \dots \dots (3)$$

重相関係数 $r=0.724$

高炉製鉄が困難なる最大の理由は、羽口附近が局部的に高温となり、温度上昇による TiO_2 の活量増加が顕著なため、その還元を防止しえず、しかも送風中の N のため、 TiC のみならず、窒化物、シアン化物の生成が促進されることにある。

IV. 結 言

著者は含チタン砂鉄の電気炉および小型高炉による製鉄試験の結果から、化学平衡論的および統計的考察を行い、含チタン鉬滓と熔鉄の反応の一般的推移を明かにし、

さらに含チタン鉄鉬の高炉製鉄と電気炉製鉄の難易、優劣について考察した。これらの鉬滓中の TiO_2 の特異な挙動は、顕微鏡組織、熔滓の電気伝導度、ひいてはそのイオン構造等から考察しても興味ある結果がえられるが、これについては別に報告する。

(34) 随伴元素の変動に伴う銑鉄におよぼす Ti の影響の差異について

(C, Si, Mn, P, S, N₂ の影響)

Variation of Ti-effect on Pig Iron by the Content of Various Elements

(Effect of C, Si, Mn, P, S, N₂)

B. Etô.

富士製鉄、室蘭製鉄所 ○恵 藤 文 二

I. 結 言

銑鉄または銑鉄に対する Ti の影響については Mol-denke の研究以来数多くの報告がなされているが、その脱酸脱窒性、黒鉛化促進作用、黒鉛微細化作用、安定な Ti-炭化物の生成作用等についてはほとんど一致した結論がえられているようである。したがって、これら Ti の特性により Ti を含有する銑鉄の諸性質も金相学的推理に応じて変化する。

筆者は数年来銑物銑に関する研究を行なってきたが、銑物銑中の Ti はその含有量が同一であつても母銑鉄の種類によりそれらを再熔解して作成した銑物の諸性質におよぼす影響に差異があることを知り、この原因は恐らく各銑物銑中に含有される微量随伴元素により銑鉄におよぼす Ti の影響が変化するためであると考えた。

以上の推理に基づき銑鉄におよぼす Ti の影響をより明確にするとともに、いわゆる“銑鉄の遺伝性”を解明する一助にするため銑鉄または銑鉄に対し、C, Si, Mn, P, S および微量の Al, As, Bi, Cr, Cu, Ca, Ni, Mg, Sn, Sb, Pb, Zn, V 等が如何に作用するかについて研究することにした。

本報においては銑鉄の抗張力、硬度、衝撃値、チル化の傾向、顕微鏡組織および破面等について実験方法の再現性および C, Si, Mn, P, S, N₂ が Ti の影響に対し如何に作用するかについて調べた結果について報告する。

II. 実験方法およびその再現性

使用銑鉄はコーコス高炉銑は銑鉄ナマコを切断してそのまま使用し、純銑鉄としては高周波電気炉で電解鉄に

電極屑、金属 Si および金属 Mn を添加して熔製したものを生型砂中に casting し、これを破砕して使用した。

試料の熔解にはタンマン電気炉を用い、試料 1.2 kg を $40\phi \times 50\phi \times 155$ のアルミナ坩堝に入れ、過熱熔解の影響をさけるため 1450°C 迄 1 h で昇温し、炉中で 1300°C 迄降温した時直ちに取出してチル試験片、抗張力試験片、硬度試験片の順に注湯した。抗張力試験片は $15\phi \times 160$ の生型砂に casting し、平行部の径 10ϕ 、長さ 15 に削成して試験し、試験後の試片から $13\phi \times 70$ の衝撃試験片および検鏡試料、分析試料を採取するとともに破面を調べた。硬度試験片は $30\phi \times 35$ の生型砂に casting し、下面から 20 mm の処で切断して Hb を測定した。

チル試験鑄型は Fig. 1 および Fig. 2 のごときものを使用し、砂型は 5 号珪砂に亜麻仁油 4%、 60°C の水 10%、粉石粉 0.5% を配合し 200°C 1 h で乾燥して作製した。

Table 1 N-3 は諸性質の試験結果の再現性試験に用いた鉄鉄の成分を示すものであり、Table 2 はその結果を表示したものである。

Table 1. Chemical analysis of pig iron used.

Pig iron	Mark	C	Si	Mn	P	S	Ti	As	V	Cu
B. F. Pig iron	N-3	3.76	2.82	0.70	0.187	0.028	0.175	0.039	0.041	—
"	N-6	4.23	1.86	0.56	0.182	0.032	0.182	0.040	0.026	0.048
Pure pig iron	No-7	4.20	1.92	0.52	0.008	0.011	tr	tr	tr	tr

Table 2. Results of reproducibility test.

Test No.	Date	Chill depth (mm)	Tensile st. (kg/mm ²)		Hardness (Hb)	Impact value (kg/cm ²)	Elongation (mm)	
			(1)	(2)			(1)	(2)
1-1	4/25	2	19.99	18.89	170	0.52	5.0	5.2
2-5	"	5	18.98	18.85	183	0.54	4.8	4.7
3-2	"	4	19.36	19.24	179	0.49	5.0	5.0
4-3	4/30	1.5	20.51	19.87	179	0.50	5.2	5.0
5-1	"	7	19.87	19.36	179	0.51	5.5	5.0
6-5	"	1	19.58	19.45	179	0.48	5.0	5.2
7-1	5/2	1.5	19.05	18.78	173	0.45	5.0	4.8
8-5	"	7	18.98	18.96	179	0.52	4.8	4.5
9-3	"	3.5	19.24	18.60	179	0.54	5.0	4.5
10-1	5/3	0.5	20.40	18.75	183	0.50	4.2	4.2
11-5	"	0.5	20.62	19.15	179	0.49	5.0	4.5
12-1	5/5	2.5						
13-2	"	2.5						
14-3	5/5	2.5						
15-4	"	2.5						
16-5	"	2.5						
17-1	5/7	5	22.20	19.30	179	0.54	4.8	5.0
18-5	"	5	22.60	21.69	183	0.52	4.8	5.2
19-3	"	5	22.22	22.54	179	0.53	4.8	5.0
20-1	5/15	5	21.97	19.98	179	0.56	5.0	5.0
21-5	"	5	21.62	21.60	183	0.51	5.2	5.0
22-1	"	5	22.60	21.54	179	0.52	5.0	4.8

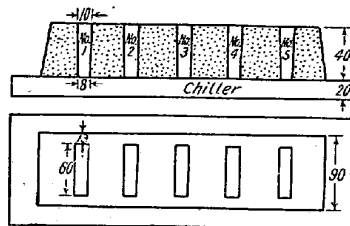


Fig. 1. Profile of chill test mould.

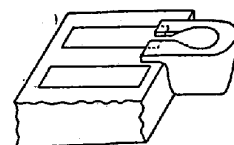


Fig. 2. Graphite casting basin.

Table 2 において 1-1~11-5 はチル試験片注湯の際 Fig. 2 に示すごとき黒鉛製掛堰を使用しなかったものであり、しかも 1-1~6-5 は 1450°C に昇温後直ちに注湯し、7-1~11-15 はチル金型の熔着を防ぐため金型表面に黒鉛塗料を塗布したものである。

12-1~16-5 はチル試験のみの再現性を調べるため同一熔湯を同一掛堰から同時に Fig. 1 に示す 5 カの試験片に casting したものであり、17-1~22-6 は既述のように 1300°C で casting し、しかも casting の際に黒鉛製掛堰を使用した。なお表中 Test No. の次に附した数字は Fig. 1 に示す試料の位置を示すものである。表でわかるように抗張力、伸び、衝撃値、硬度等は熔解および casting 温度を

一定にすれば大体良好な再現性を示すが、チル深さは鑄込み温度が高過ぎる時は金型の一部が熔解して甚だしく異なり、また鑄込み方法もチル深さに影響を与えるので常に一定の条件で鑄込む必要があることがわかる。17-1 ~ 22-1 のごとき方法で試料を作成する時はきわめて良好な再現性をうることができるので以後の実験はこの方法を採用した。

III. 純鉄鉄とコークス高炉鉄におよぼす

Ti の影響の差異

Table 1 N-6 および No-7 に示すごとき成分のコークス高炉鉄および電解鉄に加炭、加珪、加マンガンして作成した純鉄鉄に 99.8% Ti のスポンジ状純 Ti を用いて Ti を添加し諸性質の変化状況を調べた。(図および表省略) その結果純鉄鉄の場合は抗張力は 12 kg/mm² 程度から 0.70% Ti で 25.0 kg/mm² 程度迄ほとんど直線的に増加するが、高炉鉄の場合は 14 kg/mm² から 22 kg/mm² 程度に増加するに過ぎない。伸びは何れの場合も増加する傾向は示すが大きな変化はない。衝撃値は試験片の大きさの関係もあつて余り明確な関係は示さないが余り大きな変化はないようである。Hb は純鉄鉄の場合は 118 から 179 程度迄連続的に増加しているが、高炉鉄の場合は 0.30% 附近迄は増加するがそれ以上になると幾分減少するようである。またチル深さはいずれの場合も減少する傾向を示すがその程度は純鉄鉄の方がはるかに大である。なお此処で興味があるのはその破面で、純鉄鉄の場合は僅か 0.05% Ti 程度の Ti で白い網目のあるスス状の含 Ti 鑄鉄に独特の破面を呈し始めるが、高炉鉄の場合は 0.70% Ti 程度でも完全なスス状破面にはならないことである。

IV. 随伴元素の影響

上記の例でもわかるように、たとえ C, Si, Mn 等が同一程度含有される鉄鉄でもその他の随伴元素の含有量如何によつては Ti の影響が可成り異なってくる。

(1) C および Si の影響

鑄鉄中の C および Si が異なる時に Ti の影響が変化することは G. F. Comstock 等によつて報告されている。本実験においては Table 3 に示すような成分の純鉄鉄を熔製し、これらに前回と同様に Ti を添加して諸性質の変化状況を調べた。(図および表省略)

鉄鉄中の C 含有量 4.35% の No. 19 の場合におよぼす Ti の影響は前項 No. 7 の場合とほとんど同様であるが、C% が減少するにつれ Ti の影響は弱まり 3.06% C の No. 17 では 0.30% Ti 迄は Ti の増加につれて抗張力、硬度ともに幾分上昇するがそれ以上になればほ

Table 3. Chemical analysis of pure pig iron used.

Test No.	C	Si	Mn	P	S	other elements
17	3.06	1.77	0.69	0.006	0.011	tr.
18	3.71	1.76	0.68	0.006	0.009	//
19	4.35	1.78	0.69	0.007	0.010	//
20	4.20	1.10	0.70	0.006	0.009	//
21	4.19	2.54	0.69	0.007	0.013	//
22	4.15	1.78	0.25	0.010	0.016	//
23	4.18	1.70	1.18	0.008	0.011	//
24	4.10	1.96	0.52	0.200	0.013	//
25	3.97	1.92	0.52	0.520	0.016	//
26	4.23	1.89	0.70	0.010	0.030	//
27	4.00	1.82	0.63	0.008	0.050	//

とんど増加せず反つて幾分減少する。衝撃値は C が低くなる程 Ti % とともに増加し、チル深さは C % が低くなる程急激に少なくなる。

Si が増減する際の Ti の影響の変化はほとんど C の場合と同様の傾向を示すが、破面のみは Si が高くなるにつれ、Ti によるスス状破面を呈するに至る Ti% はいちじるしく高 Ti % の方に移り、2.54% Si の場合には 0.30% Ti 程度でややスス状となる。

(2) Mn の影響

Mn 含有量が増加する時の Ti の影響の変化は大体 C または Si が減少した時の変化と同一の傾向を示す。すなわち Mn 0.25% の No. 22 にあつては Ti の影響はきわめて鋭敏であるが、Mn 1.18% の No. 23 ではその影響は鈍い。しかし本実験では S 含有量が低いが、S% が高い時にはこの傾向に幾分変化があるものと思われる。

(3) P の影響

No. 24, No. 25 および No. 19 に示す程度の P の含有量の変化は Ti の影響に対してほとんど影響を与えないようである。たゞチル深さのみは 0.520% P の No. 25 にあつては Ti % の増加によつても余り変化しない。これは P の増加による steadite の析出に起因するものと考えられる。

(4) S の影響

S 含有量が増加する時の Ti の影響は Mn % が増加する際の傾向に類似している。これは S の黒鉛化阻害作用によるのみでなく S 含有量の増加に伴つて鑄鉄組織中の TiC が一部 TiS に移行し黒鉛微細化作用をなさなくなるためではないかと考えるが検鏡の結果 0.050% S の場合でもほとんど TiS は認められなかつた。

(5) N₂ の影響

純鉄鉄を前項迄と同様にして熔解し(成分表省略) Ti

を添加した後、温度が 1420°C になった時赤血塩 $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ を添加して N_2 を含有せしめた。赤血塩は銑鉄重量に対し 0.1, 0.5, 1.0% の 3 種類添加したものについて試験した。

銑鉄中の N_2 は明らかに Ti の影響を相殺する傾向を示し（図および表省略）1.0% 赤血塩を添加したものにあっては 0.70% Ti を添加してもチル化の傾向はほとんど Ti を添加しないものと変わらない。これは検鏡結果からもわかることであるが TiC が赤味を帯びた Ti-cyanonitride に変化するとともに、これが浮上して熔銑中の $\text{Ti}\%$ を減少せしめるためと考える。また含 N_2 銑鉄に特異な現象は Ti の添加によつてもスス状破面が出難く、黒鉛組織においても共晶微細黒鉛が出難くなる。

V. 総 括

以上銑鉄または鋳鉄におよぼす Ti の影響は母材の成分により必ずしも一定でないことを確かめ、 C , Si , Mn , P , S , N_2 等の変化による影響を調べた。今後さらにこれら以外の微量元素の影響ならびにそれ等が共存する場合の影響について研究を進める予定である。

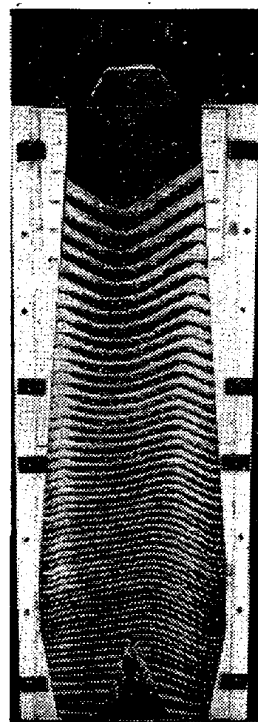


Photo. 1. Distribution of the filling line in the model blast furnace, without auxiliary distributor.

告した処であるが、鉍石の層は鉍石量が少いから総じて薄いけれども落下コースに当る処に最も厚い層ができる。

したがつてシャフト下半部以下は壁際のガス通過性が良好であるがシャフト上部では壁際のガス通過性は不良となる。火入時の低風量操業にては特にガスが壁際を通り易いにも拘らず分布はむしろ遮るようになっており、この状態が火入後の操業に困難をもたらす一原因と考えられる。しかし補助デイス Trib्यूターを正規のその下方に設けると通常操業と同様の分布がえられることが確かめられた。

III. 填 充 方 法

1. 装入物

稼動中の No.2 高炉の作業を乱すことなく行う方針をとつた。

(1) 鉍石・副原料・コークス等は品質・粒度について特別な処理を施さない。

(2) 鉍滓は手装入を行う関係でこれの減少を図るため top charge の生成銑鉄量：鉍滓 = 100 : 50 とし、 Mn , Cr 等の許容量を考え平炉滓を最大限に使用する。

2. 填充計算 (Table 1)

仮定

- (1) 銑鉄成分 Fe 91%, Si 4%, Mn 0.7%
- (2) Mn 歩留 55%
- (3) Fe loss 0.5%
- (4) 銑鉄 t 当りコークス量 900 kg
- (5) コークス灰分 12.5%
- (6) 標準装入量 8500 kg (54.93% Fe)
- (7) 炉頂装入量 6000 kg ((6) の 70%)

3. 装入装置

Fig. 1 のごとく補助デイス Trib्यूターを炉頂より吊るし、第 I 段の羽口水準迄枕木を積み、朝顔に同じく立てかけをした後、第 II ~ VI 段を打ち込み装入し、装

(35) 中山第一高炉の填充吹入について

On the Filling and Blowing-in of the Nakayama No.1 Blast Furnace

A. Ikemoto, et alii.

中山製鋼所

工 菊池 正・工 池本彰之・工 野路哲三

I. 緒 言

装入物の炉内分布は操業上重要な問題であるが、高炉吹入前の填充では、その分布は操業中のそれと異なり、それ故火入れ後の操業において、より困難が伴うと思われる。模型実験により補助デイス Trib्यूターを使用することによつて、装入分布が調整され実際操業の装入線がえられることを確かめ、昭和 32 年 1 月 18 日火入を行つた No.1 高炉（第 2 次）の填充に際しては 2 段式に行ない、装入物処理を特に行わずして円滑に火入を行ない、かつ短時日の内に正規操業を行うことができた。

II. 模型実験による考察

実物の 1/30 大の模型高炉を製作し、装入物も実際使用の 1/30 大とし填充操作を行つたが、装入物の形は山型より M 型、V 型となり (Photo. 1) No.2 高炉の実地測定と同様の結果をえた。これは先に学振第 54 委に報