

Table 2. Amount of carbon consumed in direct reduction of 100g Fe.

	Observed quantities in exp. (i)	Calculated quantities
Pure Fe ₂ O ₃ pellet	35.1 (g C/100 g Fe)	32.17
Sinter	31.5 (g C/100 g Fe)	30.46
Marcona	28.1 (g C/100 g Fe)	31.17

ン反応による直接還元のみである。Fig. 3 は結果の一例である。Fig. 3 に明かなごとく純酸化鉄ペレット、焼結鉱、マルコナの順に被還元性が低下し 1400°C 一定に保持すればいずれも最終的 100% に還元を達成する。所要炭素量は被還元性の遅速に関係なく単位酸素減量につき一定の炭素量を消費した。

また Fig. 3 で還元は 900°C, 1000°C で実際的に殆んど観察されず、1200°C に開始点がある。この温度は軟化試験の開始点マルコナ(1150°C), 焼結鉱(1100°C) より可成高い所である。

ii) 炭素共存下の CO ガス還元

実験(i)と同じ装置で 900°C まで N₂ ガスを流し 900°C で CO ガスに切換え、1400°C に到つて一定に保持する。結果の一例を Fig. 4 に示す。還元速度の優位性は実験(i)と同様であるが差は明白でない。また還元率は低温で(i)と(ii)の相違大である。次に試料鉱石を(I) 160g, (II) 140g + 20g, (III) 130g + 30g に分割し (I)(II)の 20g, 30g は 1400°C に到達して格子の下へ投入できるような実験を行い Fig. 5 はこれを示す。これは Table 2 の結果から、還元性の遅速にかかわらず消費炭素に関し直接還元が極めて有利であり、高温部への鉱石投入が直接還元率と消費炭素量におよぼす効果を調査する必要から行われた実験である。以上の実験は高温域の直接還元は消費炭素の低減に極めて重大な役割を果すことを示すものである。

IV. 結 言

従来の被還元性試験法は高炉の実情に沿うとはいいい難く直接還元の挙動は重要な因子である。直接還元増大の一方向として高炉羽口あるいは補助羽口よりの鉱石投入は熱補償によりコークス比低下を採すと考えられる。固体炭素による直接還元は 1200°C 以上で行われ、ほぼ理論計算値の炭素を消費する。本実験のごとき条件では 65~80% が直接還元、20~35% が間接還元されるにもかかわらず消費炭素は間接還元の方が大である。また 1400°C の高温域で投入された鉱石は直接還元の増大および炭素消費を低減せしめる効果を有した。

622,341,11-492=669,162,26
(20) 小型溶鉱炉による砂鉄使用の研究

八幡製鉄所技術研究所

工博○児玉惟孝・重見彰利・緒方年満

Use of Iron Sand in a Small Blast Furnace.

Dr. Koretaka KODAMA, Akitoshi SHIGEMI, and Toshimitsu OGATA.

I. 緒 言 322~324

著者らは前に砂鉄の使用法を 3t 試験高炉を使用して炉内現象を徹底的に測定して研究した。その結果砂鉄を多量に使用すると炉内で部分的に Ti 含有量の多い鉄を生ずる。この鉄は出鉄の際にも充分炉外に流出しないで炉内に残留し、そのため出滓前に炉内の溶鉄層が出滓口水準より高くなり出滓時に溶鉄が流出して順調な操業が困難になることを確認した。そして Ti 含有量の多い鉄が炉内に残留する原因を検討して溶鉄の粘性におよぼす Ti の影響を測定して Ti が増加するにつれて溶鉄の粘性が増加することを認めた。また鉄滓は Ti 2.5% までは TiO₂ として入るも影響はないことが分つた。その結果炉内に部分的に生じた Ti の多い鉄は粘性の増加によつて炉内に残留すると推定した。そして次のような故障排除法を見出した。溶鉄炉の出鉄前に炉内の溶鉄層に粉鉄鉱石を高圧空気で添加して Ti を酸化し滓化すれば高温塩基性の順調な操業を継続できる。そしてこの方法は特許登録された。昭和36年6月にこの研究結果を工業化する1段階として帝国製鉄安浦工場の溶鉄炉(内容積 50m³) を使用して 52 日間砂鉄の使用試験を実施した。

- ① Compressed air tank
- ② Compressed air valve
- ③ Connection pipe
- ④ Connection hose
- ⑤ Connection pipe
- ⑥ Inclined tuyere
- ⑦ Tank outlet valve
- ⑧ Hot blast valve
- ⑨ Tuyere valve
- ⑩ Thrust hammer

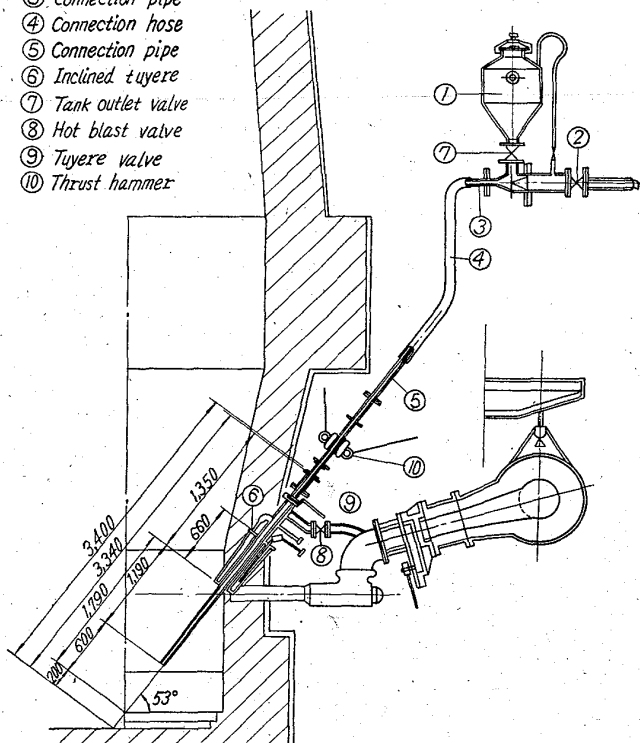


Fig. 1. Details of apparatus.

Table 1. Test results of charging iron sand at high rate
(50m³ blast furnace of Teikoku Iron Steel Co., Ltd).

No.	Charging ratio of sand iron (%)	Charging TiO ₂ /charging (Fe)	Pig iron (t/day)	Coke rate (kg/t)	Chemical components of pig iron					
					C	Si	S	Nn	P	Ti
1	0	4.9	84.991	655	4.21	0.67	0.032	1.15	0.084	0.044
2	50	74.4	55.250	958	4.36	0.59	0.040	1.06	0.296	0.300
3	30	50.2	58.291	835	3.91	0.56	0.049	1.72	0.137	0.151
4	30	61.4	65.478	754	3.91	0.523	0.044	1.97	0.151	0.156
5	50	87.0	73.243	750	3.77	0.50	0.047	1.83	0.225	0.167

No.	Chemical components of slag (upper tap hole, lower cinder notch)						Pig iron from cinder notch at slagging kg/t of pig
	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	TiO ₂	CaO/SiO ₂	
1	46.20 (45.62)	32.73 (33.19)	15.32 (14.68)	1.11 (1.05)	0.79 (0.78)	1.41 (1.37)	(8.9)
2	33.90 (34.02)	28.22 (28.00)	13.66 (14.33)	2.04 (1.84)	12.6 (11.95)	1.20 (1.20)	(25.8)
3	32.75 (32.63)	28.99 (26.90)	15.09 (14.95)	2.17 (2.24)	12.9 (12.6)	1.13 (1.06)	(76.53)
4	30.92 (30.82)	31.23 (30.75)	15.13 (14.93)	2.25 (1.69)	12.07 (12.43)	0.99 (1.00)	(12.03)
5	29.33 (29.20)	27.47 (27.08)	13.71 (13.87)	3.17 (2.39)	16.41 (16.60)	1.07 (1.08)	(10.12)

II. 試験経過

使用した溶鉄炉の内容積は 50m³ で、この炉に粉鉄石装入装置をとりつけた。Fig. 1 にこの装置の詳細を示す。

(1) 標準操業

砂鉄を使用しないで普通鉄石のみで操業した場合にどの程度の能率で稼動し得るかを知らるために先づ砂鉄を使用しない標準操業を 3 日間実施した。その結果は Table 1 実験番号 1 に示した。出鉄量 84.990 t、コークス比 0.655 で操業成績としては良好である。鉄成分も製鋼用鉄として悪くない。只この場合内容積 1m³ 当り 1.62 t で普通溶鉄炉の 1.2~1.3 t/m³ に比較してかなり多い。そのため砂鉄を使用せず、かつ 1 日 12 回出鉄するにもかかわらず 8.9 kg/pig t の溶鉄を出滓口より流出した。

(2) 砂鉄使用による故障

砂鉄を多量に配合して操業するといかなる故障を生ずるかを確かめるために原料中の砂鉄の配合割合を 50% としして操業した。この場合には後述の粉鉄石吹込は実施しなかつた。その結果は Table 1 の 2 に記した通りで次のような現象を生ずる。

(a) 送風圧力が急激に上昇して棚となり、この棚は頑固で容易に解消しない。

(b) 羽口先端上部に黒い難溶解物がたれ下つて通風を妨げる。

(c) 出鉄量は減少しコークス比は上昇する。

(d) 溶鉄はねばり、出鉄口より流出する鉄滓には多

量の鉄粒を混じているため流動性が悪い。

(e) 出滓口よりの流鉄が多い。

以上のごとくで砂鉄を 50% 配合すると先づ問題となるのは棚で次に出滓口の流鉄である。棚の原因機構に関しては普通操業においても大部分不明である。しかしながら 3 t 試験高炉において炉床部に Ti の高い鉄が粘着する現象を認めた。したがって試験高炉より炉内温度の高いこの高炉で朝顔部にも付着することはあり得ると考えられる。上述の羽口に難溶解物がたれ下るのもこの現象のあらわれと推定できる。それで朝顔部の粘着物が棚の原因の 1 つと一応考えられる。

(3) 砂鉄 30% 配合操業

棚は朝顔部に Ti の高い鉄などの粘着物が付着するため生ずると考えてその対策をたてた。粘着物を除くためには朝顔部における Ti の還元を防止しなければならない。それで鉄滓の塩基度を 1.0~1.1 と若干低下し、また炉内溶鉄中に酸素を吹込み鉄中の Ti ならびに炉壁に付着する粘着物の Ti を酸化除去せんと試みた。その結果は Table 1 の 3 に示した。この場合も送風圧力は次第に上昇して棚を連続的に生じ、操業困難となつた。酸素吹精ならびに上述の諸操作では棚を防止し得ないことが分つた。

それでいろいろ苦心検討して酸素の代りに粉鉄鉄石を 70~80 kg 高压空気 (3 kg/cm²) と共に出鉄後に炉内の出滓口水準に吹込んだ。この鉄石吹込は炉床部、朝顔部に付着していると考えられる Ti の高い鉄を酸化除去することを主目的としているので炉内に溜つている溶鉄溶

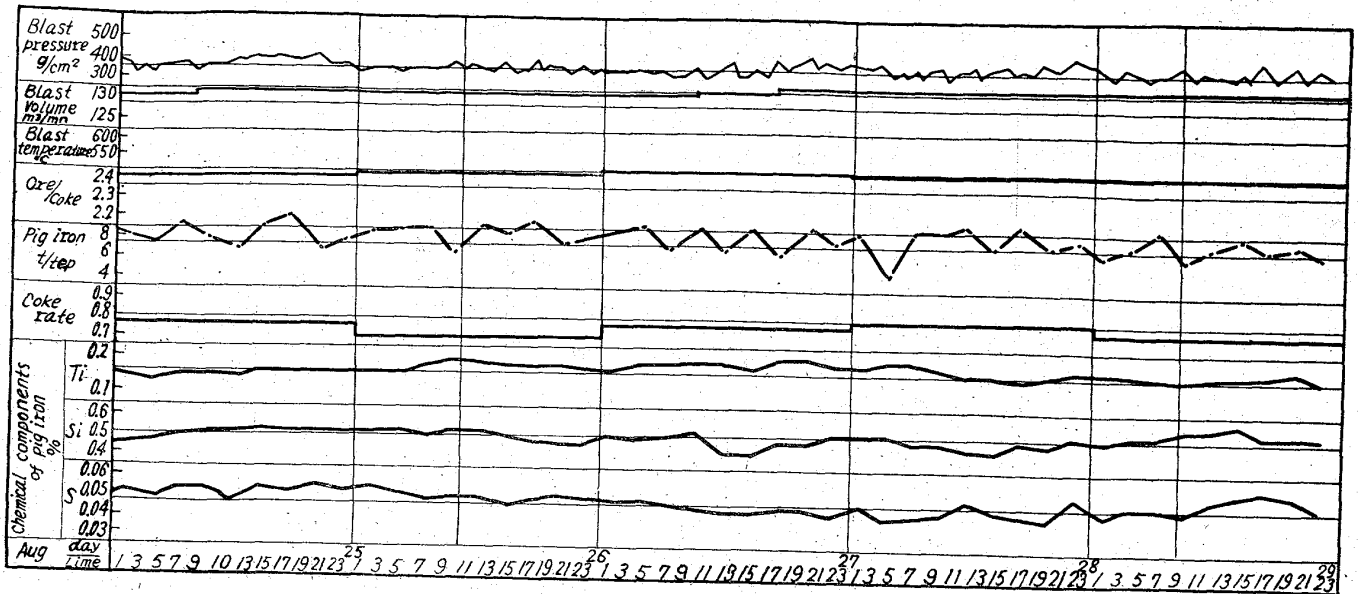


Fig. 2. Operation data for iron sand charged at the rate of 50% (when oxidizing-agent was charged into pig iron).

滓を出銑によつて排出した後に吹込んだ。その結果は Table 1 の 4 に示した。粉鉄鉱石を吹込むことによつて送風圧力は急に低下し、棚は解消した。そして羽口先端上部にたれ下つた難溶解物もなくなり、銑鉄鉱滓はいずれも流動性よく、順調な操業を継続することができた。出滓口より流出する溶銑も出銑回数を 12 回より 9 回に減じたが平常操業と大差ない程度に防止できた。

粉鉄鉱石を吹込むことにより炉壁、炉床に付着せる粘着物を除去できたと推定される。

(4) 砂鉄 50% 配合操業

出銑後に粉鉄鉱石を 120~150 kg 炉内の出滓口水準に吹込む操業を 10 日間行つた。その結果は Table 1 の 5 および詳細を Fig. 2 に示した。送風圧力は良好であり棚の傾向は全然なかつた。銑鉄鉱滓の流動性もよい。出滓口よりの流銑も出銑回数を 12 回より 9 回に減じたにもかかわらず普通操業なみであつた。コークス比、出銑量は次第に良好となり、まだ向上の余地もあると思われたが試験期間の都合で充分の結果を収めえなかつた。また普通鉄石による操業にはおよばないがかなり近づることができた。

(5) 砂鉄 100% 配合操業

試験期間が 2 日間で短かいので明白には言えないが、送風圧力は良好で棚の傾向もなく、銑鉄鉱滓とも流動性は悪くなる作業としては別に困難はなかつた。

III. 結 言

溶銑炉における砂鉄の使用試験を内容積 50m³ の溶銑炉を使用して実施しつぎの結論を得た。

(1) 砂鉄使用による故障を確かめるために砂鉄を 50% 配合して操業した。その結果砂鉄を多量に使用すると頑固な棚をかけることを確かめた。そしてこの棚の解消が砂鉄を使用する場合の先決問題であることを明らかにした。また出滓口よりの流銑量も多く、流銑の問題も解決せねばならない。

(2) 砂鉄を 30% 配合して操業し、炉床の溶銑内に酸素を吹込むことによつて上述の諸問題を解消せんと試

みたが、酸素の吹込みでは解決し得ないことを確認した。つきに出銑直後炉床の出滓口水準に粉鉄鉱石を吹込んだところ送風圧力は急激に低下し、棚は解消し、出滓口よりの流銑も少なく順調に操業を継続し得た。

(3) 砂鉄を 50% 配合し、粉鉄石を吹込む操業を 10 日間実施した。棚の恐れなく、流銑も少量で順調な操業を続けた。しかしコークス比は 0.750、出銑量 73 t で普通操業のコークス比 0.655、出銑量 84 t に比較すると未だおよばない。

(4) 砂鉄 100% 配合の操業を 2 日間行つた。作業には別に問題となることはなかつたが期間が短かいので明白でない。

669,162.1 = 536,421.5
(21) 高炉装入物の軟化について

住友金属工業和歌山製鉄所 63021
理博 藤井毅彦・○井関祥浩・姉崎正治

On Softening of Blast Furnace Burdens.

Dr. Takehiko FUJII, Yoshihiro IZEKI and Shoji ANEZAKI.

I. 緒 言 224~227

高炉装入物の軟化は炉況と密接な関係があり、軟化現象を明らかにすることは高炉操業上重要な問題である。このため装入物の軟化についてつぎのような実験を行いその現象の究明に資した。

- 1) 高炉装入物の軟化 zone に関する実験
- 2) 焼結鉱の品質と高温還元耐圧強度との関係
- 3) 鉄鉱石の軟化機構に関する実験

II. 実験装置および操作

実験装置は Fig. 1 に示す。試験をセットしてから清浄系を通した N₂ gas を流しながら 350°C まで加熱しついで CO+N₂ の還元ガスに切り換えて所定温度まで昇温した。実験終了後直ちに N₂ に切り換え荷重を除い