

論 文

小型溶鋳炉による砂鉄使用の研究*

(砂鉄の研究—I)

児玉惟孝**・重見彰利***・緒方年満***

Study on the Use of Sand Iron for a Small Blast Furnace.

(Study on the use of sand iron—I)

Koretaka KODAMA, Akitoshi SHIGEMI and Toshimitsu OGATA

Synopsis:

We studied on the use of iron sand in the blast furnace.

In the case of pig iron making with a high rate charge of iron sand, it is well known that pig iron runs out of the slag tapping hole at slagging. Therefore in actual operation, it is not practicable to use iron sand in large quantities. Thorough investigation of this problem shows that viscosity of pig iron grows worse with the increase of Ti in pig iron, and sticky iron does not flow out well at tapping, and as the result pig iron surface becomes higher than the slag tap hole of the furnace and pig iron runs out of the slag tap hole. We studied how to decrease Ti content of pig iron and improve iron viscosity, and found that blowing of fines ore through the pig iron layer was the most effective for oxidization (slagging) of Ti in pig iron. As the first step to industrialization of this method, we applied it to the small blast furnace (inner volume 50m³) and found that blast furnace operation could be made successfully even with 50% iron sand charging. This method is being applied for a patent.

(Received 12 July 1963)

I. 緒 言

砂鉄を多量に溶鋳炉に装入すると出滓口より多量の溶鉄を流出し、鋳滓羽口の溶損などの故障を生じ順調な操業を継続できない。そのためわが国の溶鋳炉操業では操業速度が比較的遅い場合には鉄 t 当り TiO₂ 装入量を 12 kg 以下に、操業速度が比較的速い場合にはおよそ 8 kg 以下に制限している。砂鉄を使用した際に生ずる故障の原因についてはいろいろと研究されているが炉底に含チタン鋳滓あるいは含チタン鉄鉄が固着し炉底が隆起するためと推定されている。しかしこの推定は確実な根拠を欠いておりあくまで推定にすぎない。大型高炉でかかる現象が実際に存在しているかどうかを実証することは不可能に近い。それで炉内測定を比較的容易に実施し得る試験高炉を使用して、故障の具体的現象を明らかにし、またその原因を追求し、一つの故障除去法を求め、この方法を内容積 50m³ (80 t/day) の小型溶鋳炉に適用して試験した。

II. 3 t 試験高炉による試験

(1) 故障の具体的現象

試験高炉は八幡製鉄所技術研究所の内容積 5・1m³ の炉でこの炉に特殊の炉内測定装置を苦心考案して設置した。試験高炉に砂鉄を使用して生ずる操業上の故障を明らかにするために装入原料中鉄鋳石対砂鉄焼結鋳の割合を、100:0, 80:20, 60:40, 40:60 と砂鉄を順次増加して操業した。使用した原料の化学成分操業結果は Table 1 に記した。

砂鉄を使用しない Table 1 の (1) の場合には非常に順調に操業できなごらの故障もなかつた。ところが砂鉄焼結鋳を 20% 配合して普通に操業した (2) の場合には出鉄温度 1440°C 鋳滓の塩基度 1・3 で鉄の Ti 量

* 昭和36年, 38年4月本会講演大会にて発表
昭和38年7月12日受付

** 八幡製鉄株式会社八幡製鉄所技術研究所, 工博
*** 八幡製鉄株式会社八幡製鉄所技術研究所

Table 1. Operation data.

Raw materials	Chemical components (%)						
	T.Fe	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	S	Ti	Mn
Hong kong	47.04	13.99	2.11	3.36	0.216	0.025	
Goa	54.72	4.17	7.58	0.57	0.096	0.019	
Sand iron sinter	55.46	6.19	6.31	0.83	0.122	3.440	
Mn ore	2.37	42.85	2.67	2.95	0.938	0.08	29.01
Stone	0.18	0.97	0.076	53.11	tr	tr	

No.	Charging ratio & sand iron sinter (%)	Charging TiO ₂ /charging Fe	Pig iron (t/day)	Coke rate	Pig iron							Slag				
					Ti (%)	C (%)	Si (%)	S (%)	Mn (%)	P (%)	Tapping temp.	Ti (%)	FeO (%)	SiO ₂ (%)	CaO (%)	CaO/SiO ₂
1	0	3.2	3.367	2.08	0.049	4.16	0.84	0.062	1.54	0.190	1372	0.169	0.70	31.77	38.51	1.21
2	20	25.3	2.757	2.68	0.23	4.25	1.14	0.029	2.07	0.239	1440	0.793	0.66	31.11	40.67	1.31
3	20	26.0	2.931	2.36	0.08	4.34	0.48	0.047	1.48	0.278	1374	1.08	0.65	32.27	38.68	1.20
4	40	48.0	1.412	5.10	0.29	4.16	1.55	0.021	2.44	0.232	1375	1.12	0.57	30.18	44.71	1.48
5	40	47.8	2.542	3.06	0.13	4.40	0.39	0.023	2.41	0.209	1353	1.73	0.59	30.56	44.01	1.44
6	40	47.5	3.065	2.67	0.097	4.40	0.35	0.037	1.87	0.234	1358	1.75	0.83	31.73	40.50	1.28
7	60	66.2	2.319	3.10	0.174	4.10	0.67	0.045	1.92	0.272	1364	2.05	0.86	30.31	41.57	1.37

は 0.23% 滓の Ti は 0.793% となり、鉄鉄鋳滓の分離不良で 1 回の出滓作業中に 15.5 kg の溶鉄を流出する現象をまず確認した。しかし鋳石装入量をまして炉温を下げ、出鉄温度を 1374°C に下げた同表 (3) の場合には鉄の Ti は 0.08%, Si 0.48% と減少し鋳滓の Ti は 1.08% と増加した。この際には出滓口より溶鉄を流出する現象はみられなかつた。砂鉄焼結鋳をまし 40% 配合した場合には普通の操業 (4) では鉄中の Ti 0.29%, 鋳滓中の Ti 1.12% となり、出滓の際に 20.4 kg と (2) の場合よりさらに多くの溶鉄が流出した。この際相当無理に鋳石装入量をまして炉を冷した (5), (6) の場合には出鉄温度は 1353°C ~ 1358°C と相当低くなり、鉄中の Ti は 0.13 ~ 0.097% と下り、滓中の Ti は 1.73 ~ 1.75% と増加した。そして炉が冷えたため操業は不安定となつたが (3) の場合と同じように出滓口よりの鉄の流出は止んだ。

砂鉄焼結鋳をさらに 60% に増加した (7) の場合には、初めより炉を冷やし出鉄温度を 1364°C と低くしたにもかかわらず鉄中の Ti 量は 0.174%, 滓の Ti 2.05% となり、1 回の出滓で 142 kg と非常に多量の溶鉄を流出した。この際には炉温が相当に低いため、これ以上冷すことはできなかつた。すなわち普通操業で故障を解消することは困難であつた。以上の結果によつて砂鉄焼結鋳を増すにつれて出滓口よりの溶鉄の流出量をます。そしてこれを防止するには炉底を低くすればよく、かくすることによつて出滓口よりの溶鉄の流出は止むが炉温低きため作業の困難性を増すことが判明した。

砂鉄を多量に使用した場合の故障はこのように TiO₂ 装入量ならびに炉底温度と関係がある。そしてこれらの

因子は Ti の炉内還元と密接な関係があるので操業実績より鉄中の Ti と出滓口より流出する溶鉄量との関係を調べた。その結果両者の間には密接な関係があり、鉄中の Ti が 0.15% 以下の場合にはほとんど溶鉄の流出はないが 0.15% 以上になると相当に溶鉄は流出することがわかつた。

換言すると順調に高炉を操業するには鉄中の Ti を低くたもつよう操業条件を調節すべきであるが、そのためには砂鉄装入量を一定値以下におさえねばならない。

以上の結果より溶鉄中の Ti が操業上の故障と関係のあることがわかつた。E. F. CONE¹⁾ および長谷川²⁾ らは装入物中の TiO₂ が 3.4% 以上になると炉床部に固着物を生じそのため内容積が小となり、出滓口より溶鉄を流出し、連続操業が困難になるといつている。そこで砂鉄を使用した際にかかる現象が実際に生ずるかどうかを確認するために炉壁に設けた測定孔より測定用金棒を炉内に入れ、炉床と測定孔間の距離を測定した。その結果普通操業時も砂鉄焼結鋳を多量に使用したときも、その距離に差のないことが判明した。すなわち炉底に固着物は生じていない。つぎに出鉄直後および出滓直前における炉内溶鉄層の高さを知るために測定孔より炉内のいろいろの高さ水準の試料を採取して測定した。その結果は Table 2 に示した。Table 2 を見るに鉄中の Ti 含有量多く出滓口より溶鉄が流出するがごとき状況の際には出鉄後に残留する溶鉄量は多く、その後の出滓時には溶鉄層の高さが出滓口水準より高くなつている。逆に鉄中の Ti 含有量が少なく、出滓口より溶鉄が流出せず順調に操業している際には出鉄後炉内に残留する溶鉄量は少なく、出滓時における炉内溶鉄層の高さは出滓口水準より

Table 2. Height of molten pig iron in the furnace.

Day & hours	Height of molten pig iron after tap (mm)	Height of molten pig iron at slagging time (mm)	Pig iron from cinder notch at slagging (kg)	Pig iron (kg)	Ti% in pig iron	Note
May 29 A.M. 10°30'	164~240	?	53	498	0.16	Sand iron Sinter 60%
" " P.M. 4°30'	?	328~410	85	370	0.32	" "
" 30 A.M. 10°30'	164~240	?	153	567	0.14	" "
" 31 "	164~240	>410	210	375	0.20	" "
June 1 "	240~328	410~492	230	386	0.21	" "
" 6 "	82~164	164~240	0	962	0.03	Sand iron Sinter 40%
" 7 "	0~82	164~240	0	870	0.13	" "
" 8 "	82~164	164~240	0	740	0.13	" "
" 9 "	0~82	164~240	0	695	0.06	" "

Note: Cinder notch level 410 mm (from bottom).

Table 3. Chemical component of pig iron.

Day & hours	Chemical components of pig iron at tap		Chemical components of pig iron in furnace after tap	
	Si(%)	Ti(%)	Si(%)	Ti(%)
June 8th 10°30'	0.1	0.126	0.51	0.305
" 10 "	0.55	0.170	0.51	0.310
" 11 "	0.91	0.184	1.17	0.400
" 12 "	0.39	0.160	0.92	0.440
" 13 "	1.35	0.200	1.52	0.360
" 14 "	1.18	0.240	1.54	0.390

り低いことを確認した。

以上の結果を要約すると、銑中の Ti 含有量が多いと出銑の際に流出せずに炉内に残る溶銑の量がまし、出滓

前には溶銑層の高さが出滓口水準より高くなり、出滓口をあけると溶銑が流出する。なお出銑に際して流出しないで炉内に残った溶銑の成分と炉外に流出した溶銑の成分を比較し Table 3 に記した。これをみると炉内に残留せる銑鉄の Ti 含有量は炉外に流出した銑鉄よりだいぶ高い。すなわち砂鉄を多く装入すると部分的に Ti 含有量の特により鉄を生じて、それが炉内に残留するのである。

(2) 故障の原因

長谷川²⁾ は電気製銑炉で砂鉄を製錬する試験を行なった際に Ti 1% 以下の溶銑は容易に炉外に流出するが Ti 1% 以上の溶銑は炉底に半溶物として粘着残留することを認めた。高炉においても銑鉄中の Ti 含有量を増

Table 4. Relation between Ti contents and viscosity of molten pig iron and slag.

Sample	Viscosity (poise)	Temp. (°C)	Chemical composition							Note
			Ti	C	Si	Mn	P	S	Al	
Molten pig iron	2	1450	0.03	4.70	1.45	0.13	0.040	0.012	0.012	
	2	1400	"	"	"	"	"	"	"	
	10	1450	0.38	4.54	1.45	0.12	0.039	0.042	0.018	
	>40	1400	"	"	"	"	"	"	"	
	>40	1450	0.72	4.58	1.40	0.13	0.039	0.038	0.018	
			TiO ₂	CaO	SiO ₂	MnO ₂	MgO	Al ₂ O ₃	CaO/SiO ₂	
Molten slag	9	1550	2.75	39.56	29.32	0.62	5.70	19.25	1.35	Effect of temperature
	10	1500	"	"	"	"	"	"	"	
	14	1450	"	"	"	"	"	"	"	
	9	1550	3.98	40.01	30.00	0.65	5.89	18.18	1.33	
	10	1500	"	"	"	"	"	"	"	
	15	1450	"	"	"	"	"	"	"	Effect of TiO ₂ content
	12	1450	1.32	40.57	30.96	0.78	5.78	18.83	1.31	
	12	"	2.87	40.06	30.00	0.74	4.04	17.55	1.33	
	14	"	4.47	39.97	30.02	0.89	5.64	17.91	1.33	
	6	"	31.47	28.61	31.68	0.99	0.99	6.48	0.91	
3	"	40.68	23.88	26.92	0.68	0.68	7.84	0.89		

すとかかる現象を生ずるのではないかと考え、溶銑鋳滓の粘性におよぼす Ti 含有量の影響を調べた。その結果は Table 4 に示した。溶銑の粘性は Ti 含有量を増すと急速に大きくなり、かつ温度の影響も非常に大きい。

一方鋳滓の粘性は TiO_2 量を増すもさして大きな影響はなく、温度の影響も比較的小さい。

高炉操業において鋳滓温度は溶銑温度より常に高い。後述の Table 5 を例にとると鋳滓温度は 1510~1600°C に対し出銑温度は 1360~1420°C である。したがって温度の点からも溶銑は鋳滓に比較して不利である。高炉炉床部はコークス、鋳滓、溶銑などで充満されており、温度も均一でない。したがって炉床部の一部で Ti 含有量の多い銑鉄を生じた場合に、その粘性が大きいために充満しているコークス鋳滓などに妨げられて溶銑層内に均一にとけこむことは困難である。またこの Ti の多い溶銑は粘性の大なるために充満せるコークスの隙間を通して小さい出銑口より炉外に流出しにくく、炉壁などに粘着残留すると考えられる。そのため炉床部の有効容積は小となり前述のごとく溶銑層の高さは出滓口より高くなり、出滓時に溶銑が流出する。

(3) 砂鉄を多量に使用する高炉操業法

上述のごとく溶銑中の Ti 含有量が増すといろいろの故障を生ずるが、鋳滓中の Ti 含有量は増加するも差支えないことを認めた。しかし普通操業で銑中の Ti 含有量を減少するには炉を相当に冷却せねばならない。このように冷却するといろいろの故障が起こり易く長時間連続して安定しがたい。しかし炉を冷却せずに溶銑中の Ti を酸化して鋳滓中に入れれば多量に砂鉄を使用するも安全に操業を行ないうるであろう。この一方法として炉内の溶銑中に鉄鋳石などの酸化剤を装入して炉の温度を下げることなく銑鉄中の Ti を酸化して鋳滓中に入れれば Ti の故障を排除しうるであろう。この方法を試験するためにまず試験高炉に砂鉄を 40% 配合して操業した。その際の操業状況は Table 5 試験番号 1~4 および 9~11 に示した。もちろん相当量の溶銑が出滓口より流出した。かかる状況の際に出滓の直前に鉄鋳石を 40 kg (出銑量のおよそ 10%) を高圧空気に混じて炉内湯溜り中の溶銑内に装入した。その結果は Table 5, 5~8, 12~19 に示した。鉄鋳石装入前の炉内溶銑の Ti はおよそ 0.2~0.3% 含有されておるも、鉄鋳石を装入することによつて 0.15% 以下に低下でき、かつ出銑時の溶銑の流出もなく順調に操業しえた。出銑温度も低下しない。

以上のごとく Ti 除去法を実施することによつて砂鉄焼結鋳を 40% 配合しても普通の高温塩基性操業で何ら

の支障もなく操業しうることを確認した。

つぎに砂鉄焼結鋳を 60% 配合して同様に試験してみたが、同様の効果を認めた。

III. 内容積 50m³ の溶鋳炉による試験

上述の研究結果を工業化する第 1 段階として帝国製鉄安浦工場の内容積 50m³ の溶鋳炉を使用して 52 日間砂鉄の使用試験を実施した。

(1) 試験結果

(i) 標準操業

砂鉄を使用しないで普通鋳石のみで操業した場合にどの程度の能率で稼動しうるかを知るためにまず砂鉄を使用しない普通操業を 3 日間実施した。その結果は Table 6 試験番号 1 に記した。出銑量 84,990 t, コークス比 0.655 でこの炉では普通の成績である。只この場合内容積 1m³ あたり出銑量 1.62 t で普通溶鋳炉の 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 回出銑するにもかかわらず、少量の溶銑が出滓口より流出している。しかしこの程度は問題でない。

(ii) 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% として操業した。この場合には後述の粉鋳石吹込は実施しなかつた。その結果は Table 6 2 に示した通りで次のような現象を生じた。

(a) 送風圧力が急激に上昇して棚となり、この棚はがん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り通風を妨げる。

(c) 溶銑はねばり、出銑口より流出する鋳滓には多量の鉄粒を混じているため、その流動性が悪い。出滓口より出る鋳滓は鉄粒少なく流動性は悪くない。

(d) 出滓口よりの流銑が多い。

(e) 出銑量は減少し、コークス比は上昇する。

以上のごとくで砂鉄を 50% 配合するとまず問題となるのは棚で次に出滓口の流銑である。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うると考えられる。上述の羽口に難溶解物がたれさが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。

(iii) 砂鉄 30% 配合試験

砂鉄を 30% 配合して操業し、炉床部の溶銑中にまず

Table 5. Results of the experiment.

No.	Day & hours	Operation	Charging method		Pig components before ore charge			Chemical component of pig iron						
			Ore (kg)	Air (m ³)	Ti (%)	Si (%)	S (%)	Ti (%)	Si (%)	S (%)	C (%)	Mn (%)	P (%)	Temp. (°C)
1	May 24th 4°30'~10°30'	Normal						0.23	1.94	0.040	3.75	2.25	0.272	1370
2	10°30'~16°30'	"						0.24	1.94	0.046	3.83	2.28	0.294	1360
3	16°30'~22°30'	"						0.23	1.44	0.046		2.38	0.274	1370
4	24th 22°30' ~25th 4°30'							0.20	1.25	0.045	3.98	2.23	0.289	1390
5	26th 4°30'~10°30'	Ore charged- into molten pig before slagging	40	35.7	0.18	1.31	0.027	0.13	0.89	0.020	4.14	2.33	0.259	1400
6	10°30'~16°30'	"	40	27.2	0.33	1.59	0.017	0.08	0.98	0.026	4.27	2.25	0.251	1395
7	16°30'~22°30' 26th 22°30'	"	40	27.0	0.30	1.82	0.017	0.08	1.12	0.023		2.43	0.261	1400
8	~27th 4°30' June 13th	"	40	21.0	0.25	1.43	0.020	0.07	1.22	0.017	4.21	2.55	0.278	1390
9	16°30'~22°30' 13th 22°30'	Normal						0.188	1.00	0.015		3.05	0.285	1375
10	~14th 4°30' 14th	"						0.244	1.32	0.014	4.33	3.00	0.293	1385
11	4°30'~10°30'	"						0.240	1.13	0.015	4.18	2.88	0.273	1380
12	10°30'~16°30'	Ore charged- into molten pig before slagging	40	38.0	0.284	1.50	0.011	0.120	0.638	0.011	4.55	2.90	0.293	1410
13	16°30'~22°30' 14th 22°30'	"	40	64.8	0.220	0.71	0.015	0.088	0.55	0.014		2.87	0.289	1420
14	~15th 4°30' 15th	"	40	40.0	0.344	0.75	0.016	0.080	0.57	0.012	4.33	2.75	0.297	1420
15	4°30'~10°30'	"	40	56.0	0.240	0.45	0.012	0.120	0.54	0.014	4.48	2.78	0.305	1410
16	10°30'~16°30'	"	40	40.0	0.260	0.75	0.012	0.144	0.92	0.014	4.34	2.65	0.289	1375
17	16°30'~22°30'	"	40	46.0	0.376	1.25	0.018	0.148	0.75	0.015		2.85	0.221	1380
18	15th 22°30' ~16th 4°30'	"	40	42.9	0.254	0.71	0.015	0.132	0.66	0.012	4.39	2.84	0.245	1385
19	16th 4°30'~10°30'	"	40	41.0	~	~	~	0.140	0.61	0.012	4.42	2.95	0.245	1390

酸素を吹込み銑中の 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 6 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。酸素吹精では棚を防止しえないことが判つた。それでいろいろ苦心検討して酸素の代りに粉鉄鉱石をおよそ出銑量の 1% にあたる 70~80 kg を高圧空気 (3 kg/cm²) とともに出銑後に炉内の出滓口水準に吹込んだ。

この鉱石吹込みは炉床部、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銑溶滓を出銑によつて排出した後に吹込んだ。その結果は Table 6 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。

(iv) 砂鉄 50% 配合操業

砂鉄を 50% 配合して 10 日間操業し上述と同様な操業で粉鉄鉱石を 1 回 120~150 kg 吹込んだ。その結果を Table 6, 5 および Fig. 1 に示した。砂鉄 30% 配合と全く同様な結果で順調な操業を継続した。只出銑量コース比はまだ向上の余地はあつたが、普通操業より稍

Pig iron (kg)	Slag components and temperature				Pig iron from cinder notch at slagging	Slag components at tapping time				Ti removal ratio (%)
	Ti (%)	FeO (%)	CaO/SiO ₂	Temp. (°C)		Ti (%)	FeO (%)	CaO/SiO ₂	Temp. (°C)	
267	1.30	0.79	1.17	1575	110	1.30	0.63	1.20	1550	
235	1.14	0.67	1.23	1590	124	1.30	0.63	1.30	1570	
275	1.48	0.75	1.33	1530	146	1.99	0.87	1.23	1570	
152	1.50	0.79	1.41	1550	123	1.32	0.55	1.47	1560	
565	2.02	0.83	1.19	1560	0	1.12	0.51	1.48	1540	38
533	1.70	0.59	1.25	1560	0	1.05	0.39	1.39	1540	76
404	1.50	0.83	1.21	1550	0	1.22	0.39	1.37	1600	73
342	1.29	0.51	1.29	1570	0	0.88	0.51	1.44	1560	72
390	1.14	0.55	1.47	1485	0	1.26	0.47	1.53	1560	
335	0.70	0.55	1.55	1580	50	1.40	0.59	1.49	1570	
335	0.94	0.63	1.52	1580	31	1.14	0.55	1.53	1570	
428	1.66	0.55	1.46	1530	0	0.88	0.47	1.58	1580	57
475	1.66	0.55	1.46	1550	0	0.88	0.36	1.55	1540	59
385	1.66	0.43	1.44	1560	0	0.93	0.40	1.58	1540	77
613	1.98	0.87	1.38	1550	0	0.82	0.47	1.49	1530	50
484	1.26	0.63	1.45	1520	0	1.05	0.47	1.43	1560	46
400	1.66	0.63	1.39	1540	0	0.72	0.47	1.42	1570	61
465	1.38	0.55	1.36	1570	0	0.77	0.40	1.57	1580	48
407	1.42	0.79	1.49	1520	0	0.84	0.40	1.57	1510	90

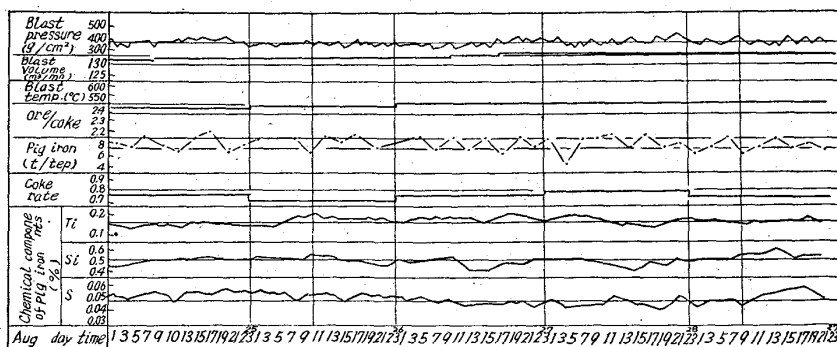


Fig. 1. Operation data for iron sand charged at the rate of 50% (when oxidizing agent was charged into pig iron).

劣る.

(v) 砂鉄 100%配合試験

試験期間が2日間で短かいので明白にはいえないが送風圧力は良好で棚の傾向もなく、銑鉄鋳滓共に流動性は悪くなく、作業に困難はなかつた。

IV. 結 言

小型溶鋳炉を使用して砂鉄の使用法を研究し次の結論を得た。

(1) 溶鋳炉に砂鉄を多量に使用すると出滓口より多量の溶銑が流出して作業困難になる。砂鉄を使用するも炉

温を低下して銑中の Ti 含有量を 0.15% 以下にすれば

Table 6. 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	Mn	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)						Wind			Hang- ing slip	Pig iron from cinder notch at slagging kg/t of pig
	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	TiO ₂	CaO/SiO ₂	Volume m ³ /mn	Temperature °C	Pre-ssure g/cm 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)	124	550	423	0 0	(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)	124	589	513	4 13	(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)	120	579.7	417	1 7.7	(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)	121~123	621.3	359.3	0 6	(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)	131~133	585.4	369.2	0 9.6	(10.12)

ば流銑を防止しうる。しかしこの方法は炉温を低下するために安定操業は困難である。したがって砂鉄使用量は少量に限定される。

(2) 3t 試験高炉の炉内を測定して次の現象をたしかめた。砂鉄を多量に使用すると炉内で部分的に Ti 含有量の特に多い鉄を生ずる。この鉄は出銑の際に流出せずに炉内に残留し粘着している。このため炉床の有効内容積は小となり、溶銑層の高さが出滓口水準より高くなり、出滓時に溶銑が流出する。

(3) Ti 含有量の多い鉄が炉内に残る原因を検討するため銑鉄銑滓の粘性におよぼす Ti の影響を調べた。その結果銑鉄中の Ti が増加すると溶銑の粘性は急激に増すが、銑滓の粘性は TiO₂ 含有量がましてもさして影響がないことを確めた。

(4) 溶銑炉に多量の砂鉄を使用する方法を研究し、つぎの方法をえた。まず砂鉄を多量に装入して溶銑炉を

操業する。そして出滓前に炉床の溶銑中に粉鉄銑石を装入し、銑中の Ti を酸化除去して、銑滓中に移せば銑滓ともに流動性はよくなり、炉床に残留する鉄はなくなり、出滓口よりの流銑もなく順調な操業を継続できる。

この方法を 3 t 試験高炉で実施し良好な結果を得た。

(5) 砂鉄の多量使用法を工業化する 1 段階としてこの方法を 52 日間内容積 50m³ の溶銑炉に適用した。その結果原料中に砂鉄 50% 配合して操業しても、この方法を実施すれば何んの故障もなく順調に操業しえられることをたしかめた。

(6) この砂鉄多量使用法は特許になっている。

文 献

- 1) J. A. HESKET: J. of Iron and Steel Inst. (U. K.), (1920), p. 201~236
- 2) 長谷川熊彦: 砂鉄 (1941) 工業図書発行