

銑鐵の成分 (%) 及び溫度 (°C)						鑛滓の成分 (%) 及び溫度 (°C)					
Si	S	C	Mn	P	溫度	SiO <sub>2</sub>	CaO	FeO	S	CaO/SiO <sub>2</sub>	溫度
%	%	%	%	%	°C	%	%	%	%		°C
0.13	0.416	2.32	0.44	0.495	1350	30.02	36.92	1.42	1.157	1.23	1420
0.06	0.618	2.17	0.39	0.498	不明	30.32	40.39	1.80	1.470	1.33	1420
0.1以下	0.342	1.89	0.55	0.429		30.01	41.89	0.75	1.577	1.40	測定不能
0.26	0.362										
						33.65	40.02			1.22	1540
0.64	0.144										
						33.73	41.17			1.22	1510
0.32	0.116	4.25	0.72	0.415	1450	35.08	39.25	0.98	2.229	1.12	
0.96	0.035										
0.68	0.032										
0.52	0.034	4.00	1.93	0.510	1380	29.51	45.53	0.98	1.904	1.55	1490

(14) 3t 試験高爐による爐内熔銑成分調整法

(Studies on the Control of Pig Iron Constitutions in Hearth with a 3t Blast Furnace)

八幡製鐵所 工博 城 博  
工〇兒 玉 惟 孝

I. 緒 論

普通の高炉操業法で硫黄含有量の多い群馬鉍石を36%配合して操業した場合に銑のS含有量が0.07~0.09%であつたが昭和26年10月~12月の特殊吹精実験によるとかかる原料使用状況時においても常時特殊吹精を実施すれば0.02~0.03%に保つことができた。然し吹精するため銑のSi含有量が少くかつ不均一であつた。

今回はS含有量の多い鉍石を多量に使用した場合にSとSi含有量を同時に均一に保つことを目的とした。この際特殊吹精を行えば銑のS含有量を0.05%以下に低下することは比較的容易と思われたがSiを所定の範囲に収めることは容易でないと考えられたので主としてこの点に研究の主眼を置いた。これがため銑のSi含有量の目標を0.60~0.89%に置き吹精時間吹精用酸素混合体のO<sub>2</sub>含有量、吹精後出銑迄の時間を適当に変化しかつFe-Siを適量添加することによつて目的を達せんと苦心した。

II. 試 験 経 過

(1) 熔銑炉

試験に使用した熔銑炉は内容積5.40m<sup>3</sup>で送風量は18m<sup>3</sup>/min、送風温度は500°Cで1日に凡そ3ton出銑する。

(2) 群馬鉍石を36%配合した場合の熔銑成分調整法

(i) 原 料

第3表 Ca-Si を熱源とする昇熱操業法

月 日 時	實 驗 操 作	吹 精				
		時 間 min	O <sub>2</sub> 量 m <sup>3</sup> /min	空 氣 量 m <sup>3</sup> /min	吹 精 前 爐床溫度 °C	吹 精 後 爐床溫度 °C
1月28日22時0分	普通操業					
" 10分	爐を冷却する爲鐵石裝入量を増加す					
29日7時5分	鐵石裝入量を更に増加す					
15時0分	出鉄 Pig 965kg, Slag 1,185kg					
23時0分	出鉄 Pig 1,335kg, Slag 1,280kg					
"	爐床溫度低下しSが甚しく上昇したので鐵石裝入量を若干減す					
30日7時0分	出鉄 Pig 892kg, Slag 1,104kg					
" 15分	實驗を開始す鐵石裝入量を標準にもどす					
9時0分	爐内試料を採取す					
9時2分	Ca-Si 20kg 熔銑中に裝入する					
~26分						
10時0分	爐内試料を採取する					
10時1分	吹 精	8 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	1.6	1.0	1,300	1,406
~9分						
" 11分	爐内試料を採取す					
" 30分	出滓 (Slag 306kg)					
" 38分	Ca-Si 20kg 熔銑中に裝入する					
~45分						
" 46分	Fe-Mn 20kg 熔銑中に裝入す					
~54分						
11時0分	石灰石 50kg を羽口より裝入する					
~20分						
13時4分	爐内試料を採取する					
" 7分	吹 精	8	0.9	1.8	1,330	1,405
~15分						
" 16分	爐内試料を採取する					
" 19分	Ca-Si 10kg を熔銑中に裝入す					
~24分						
" 26分	出鉄 (Pig 1050kg, Slag 1,145kg)					
19時0分	出鉄					
23時0分	出鉄					

鉄鉍石は硫黄含有量の多い群馬鉍石を 36%, 硫黄の少ない香港鉍石を 64% 配合した。この配合で普通に操業すると銑の S は既述の如く凡そ 0.07~0.09% となる。滿庵鉍, 石灰石, コークスは熔銑炉で普通に使用されているもので特徴はない。

(ii) 試験方針

先づ吹精効率が良好でかつ一定になる条件を検討した。これがため吹精用酸素空気混合体は O<sub>2</sub> 50% になる如く両者を配合した場合が良い事を先ず認めた。又吹精管はその先端の位置を一定にせねば吹精効率は一定にし難い事を確め炉内で熔解し難い炭素とテウランダムを組合せた特殊吹精管を考案し、この吹精管を用いる事によりその先端の位置をほぼ一定にすることを得た。そしてこれらの条件に基づいて吹精を実施すると吹精効率は厳密に一定ではないが 1m<sup>3</sup> の酸素で凡そ 0.29kg の Si を酸化することを確めた。この値を基として炉内熔銑の Si 含有量 0.9% 以上存在する場合にはその過剰の Si を燃焼するに必要な O<sub>2</sub> の量を求め、この量を熔銑中に送って特殊吹精を実施し、Si 含有量を常に 0.6~0.89%

の範囲内に置く。一方吹精により温度を上昇し脱硫率を向上して S を常に低く保つことは勿論である。

然し Si 含有量が 0.9% 以下の場合には上記の方法を実施することはできない。この場合には先ず吹精して炉床温度を 1.400°C 以上に上昇し、その後炉内の銑鉄試料を採取して Si 含有量を測定し、銑の Si を 0.6~0.89% に保つに必要な Si を Fe-Si の形で裝入して調節せんとした。

(iii) 試験結果

(a) 吹精による調整法

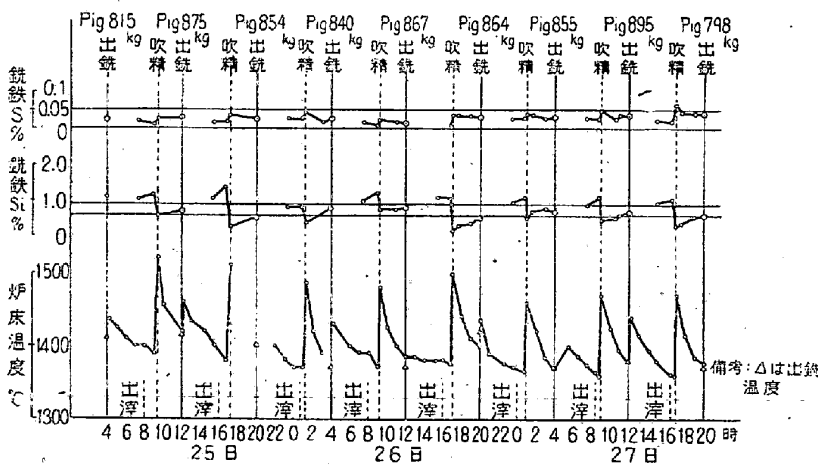
11月25日より29日迄5日間実施した。その結果は第1図に示した如くである。25日の実験を例にとり説明する。

3時55分の出銑後3時間32分を経た7時27分の炉内の熔銑成分は Si 1.02%, S 0.02% 炉床温度は 1.400°C であつた。この時の Si% を基準として9時2分から吹精し Si を吹精後の再還元を考慮して 0.4% に低下するためには前記の方法で計算すると空気 1.5m<sup>3</sup>/min 酸素 0.9m<sup>3</sup>/min を約 10 分間吹入れる必要があ

銑鐵の成分 (%) 及び温度 (°C)						鑛滓の成分 (%) 及び温度 (°C)						備 考
C	Si	S	Mn	P	温度 °C	CaO	SiO <sub>2</sub>	FeO	S	CaO/SiO <sub>2</sub>	温度 °C	
3.10	0.15	0.105	0.91	0.446	1,370	39.44	30.60	0.79	1.618	1.29	1,525	
2.50	0.1gr	0.263	0.53	0.446	1,310	38.99	30.00	1.00	1.341	1.30	1,465	
3.40	0.1	0.313	0.38	0.482	1,305	39.33	31.16	0.95	1.599	1.26	1,460	
2.96	以下	0.368	0.28									
2.35	以下	0.080	1.06									
2.51	0.1	0.258	0.52									
	以下					40.00	32.94	0.55	2.778	1.21	1,510	
4.16	1.05	0.040	1.22									
4.51	0.38	0.035	1.01									
4.55	0.73	0.030	2.20	0.482	1,430	46.26	32.08	0.36	2.773	1.44	1,465	
4.10	0.84	0.035			1,340	43.26	30.58	0.28	2.874	1.41	1,510	
4.11	0.98	0.022			1,330	44.40	33.02	0.32	2.693	1.35	1,510	

Ca-Siに依る脱硫率 18%  
吹精効率 29.4% (Si)Si の  
燃焼量 5.5kg

Ca-Si, Fe-Mn に依る脱硫  
率 85%  
吹精率 51.7% (Si)Si の燃  
焼量 6.2kg



第 1 圖 群馬鑛石を 36%, 香港鑛石を 64% 配合した場合の熔銑成分調整法實施結果

る。吹精直前の 8 時 52 分にさらに炉内試料を採取し、9 時 2 分より 10 分間吹精したところ炉床温度は 1,520 °C に上昇した。吹精直後に再び炉内試料を採取し分析した。

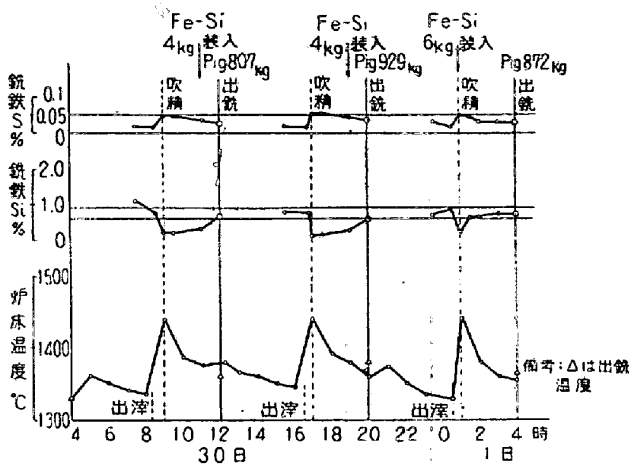
吹精前の Si 1.19%, S 0.009%, は吹精後に Si 0.61

%, S 0.027% となり吹精により Si は 0.24kg/O<sub>2</sub>m<sup>3</sup> の割合で燃焼した。吹精直前の Si %が上記の如く計算の基準にせる 7 時 27 分の時より多少高いので目的の 0.4 %には達しなかつたが出鉄成分は予定の成分範囲に入るを得た。吹精後 2 時間 48 分経過せる 12 時の出鉄成分は Si 0.70%, S 0.031% で目標の成分範囲の銑鉄を得た。以後はほぼ同じ操作を繰返えし、若干の失敗はあつたが第 1 図に示した様に吹精前の Si はかなり変動したにもかかわらず適当な吹精を行う事によつて目標の成分範囲或はそれに近い銑鉄を連続的に得る事ができた。

又吹精を實施せざる昭和 26 年 11 月の

試験ではこの鑛石配合で銑の S は 0.07~0.09% を示したが今回は吹精を實施せるため常に 0.05% 以下を保つを得た。

(b) 銑の Si 含有量が 0.9% 以下の場合の調整法 11 月 30 日に實施した結果は第 2 図に示した如くで



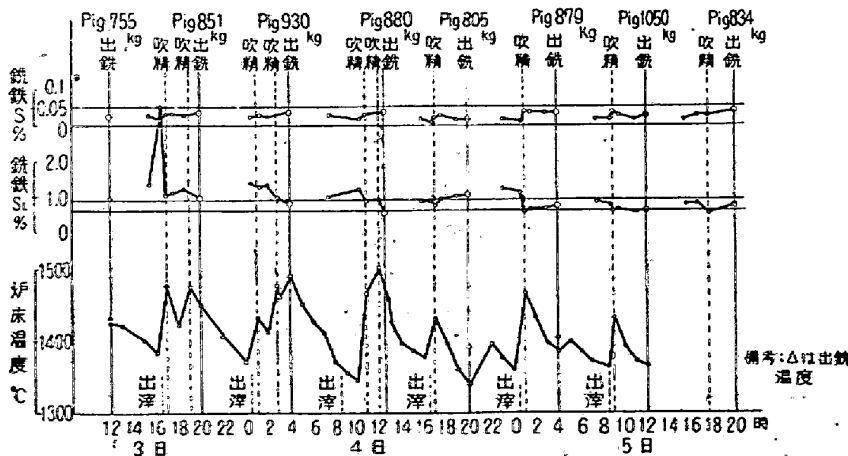
第2圖 群馬鑛石を36%、香港鑛石を64%配合した場合に於ける Fe-Si 装入による熔銑成分調整法實施結果

ある。

4時の出銑後4時間33分経過した8時33分の炉内銑鉄は Si 0.81%, S 0.018% であつた。炉況を良好な状態に保持するため、特殊吹精を実施して炉床温度を 1.335°C より 1.440°C に上昇した。そのため吹精直後の Si は 0.17% に低下した。その後2時間経過した10時55分には炉内の銑鉄は Si 0.33% となつた。Si を目標の 0.6% に上昇するためには計算上 Fe-Si を 4kg 必要とする。4kg の Fe-Si 装入により 12時の出銑では Si 0.68%, S 0.021% 目標の成分範囲に入るを得た。この様に Si 含有量が少ない場合には Fe-Si を装入する事に依り Si 量を調節しうる。

(3) 群馬鑛石を43%及び50%配合した場合の調整法

S 含有量の多い群馬鑛石を43%, 50%と配合を増した場合でも前記(2)と同様の方法で調整すれば Si, S



第3圖 群馬鑛石を50% 香港鑛石を50%、配合した場合の熔銑成分調整法實施結果

共に調整し得ることを認めた。

群馬鑛石を50%配合せる操業時の調整結果は第3圖に示した通りで群馬鑛石をこの様に多量に配合するも吹精により S を低く保つ事ができ、又吹精用酸素の量を加減する事により Si を調整し得る事を確めた。

III. 考 察

(1) この調整法の特長は炉況の変動にかかわらず熔銑成分を比較的狭い範囲に調節し得る事、並びに S 含有量の多い鑛石を多量に使用し得る事である。然し本法を適用するためには吹精効率を一定に保ち、一定量の酸素を熔銑中に送れば必ず一定量の珪素を配化する事を必要とする。この点この研究も精密に一定にし得たとはいえないが炉内で溶解し難い炭素、テウランダムを組合せて作製せる特殊吹精管を用い、吹精管の先端の位置を一定にすることにより Si を 0.6~0.89% 程度の範囲内に調節し得たのである。吹精効率をより精密に一定にするためには吹精条件を更に検討する必要がある。

(2) この調整法で吹精により銑の Si 含有量が 0.2~0.3% 以下に減少すると銑滓の FeO 含有量を増し、銑の S 含有量が増加する傾向があつた。即ち Si 含有量が減ると Fe を酸化し易くなる傾向がある。銑滓の FeO 含有量を増すと銑滓間の S の分配率は小となり、銑の S 含有量は増加する。従つて吹精前の Si 含有量が少ない場合には Si が 0.3% 以下にならぬ様に吹精時間を制限する必要がある。

IV. 結 論

(1) 群馬等の S の多い鑛石を多量に使用して操業すると普通操業では成分の調整は困難であるが特殊吹精法を適用して炉内熔銑成分の状況に応じて適量の酸素を熔銑中に送ることにより S が低く適量の Si 含有量を有する銑を連続的に製造し得る。換言すると特殊吹精を旨く適用すれば高硫黄の鉄鑛石を使用しても熔銑成分の完全調整が可能であることが判明した。また Si 含有量の少ない場合には適量の Fe-Si を熔銑中に挿入することにより Si を調節し得る。

(2) この調整方法を適用すると群馬鑛石を50%迄は配合しても差支えない事を認めた。

追 記

本研究の提案者東大生研金森教授、並

びに当所小平前技師長，遠藤技研所長，和田製鉄部長に  
 対し深甚なる謝意を表すると共に，当研究実施に直接に  
 援助を受けた金森研究室員及び製鉄研究課高炉掛の諸氏  
 に感謝の意を表する。

**(15) 發生爐に於ける酸素富加の影響  
 について**

(Some Effects of the Oxygen Enrichment  
 on the Operation in a Gas Producer)

八幡製鐵所製鋼部

○北島一男・柴田敏郎

**I. 緒 言**

發生ガス成分並びに發生爐のガス化能力の向上を目的  
 として，第二製鋼工場に於て發生爐の送風中に酸素を富  
 加した操業を行つたので，その概要を述べる。

**II. 操 業 要 項**

操業要項を次に示す。

操業炉は既設の SB 10 型ウッド式發生爐を一部改造

の上使用する。

富加に使用した酸素の純度は 94~96% のもので，そ  
 の供給圧力は 5~8kg/cm<sup>2</sup> であつた。

送風中の酸素%は 25~27% を標準作業として指示し  
 一日一基当りの焚炭量は 50~60t 位であつた。

**III. 操業結果並びに検討**

酸素富加の結果を普通法と比較して表示すれば，第 1 表  
 の如くである。

尚，送風中の酸素濃度と發生ガス成分との關係を第 2  
 表に示す。

又 30% 以上の酸素富加の操業は現在設備では給炭能  
 力が不足であることより，酸素の供給量に制限があつたた  
 め長時間の連続操業が出来なかつたため，短時間の操業  
 を試験的に数回やつた。以上の実績より次ぎのことがい  
 える。

① 送風中に酸素を富加すればするだけ發生爐 1 基当  
 りの焚炭量は増加する。

② 送風中の酸素%の増加と共に，可燃性ガスの CO  
 を最高として H<sub>2</sub>，CH<sub>4</sub> が増加し発熱量が飛躍的に向

第 1 表 酸素富加操業と普通操業との比較 (試料タンクによる 月平均値)

年月	送風中 O <sub>2</sub> %	ガ ス 成 分							Kcal/M <sup>3</sup>	1日1基當 焚炭量	備 考
		CO <sub>2</sub>	CO	H <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>				
普通 操業	27. 8	21	3.1	27.7	11.2	3.8	0.2	53.5	1454	34.500t	12月は爐體修善のため休止。 炭坑ストのため粗悪炭使用。
	9	21	3.2	27.7	11.4	3.9	0.2	53.1	1467	36.000	
	10	21	3.4	27.3	11.8	3.9	0.2	52.9	1466	35.200	
	11	21	7.0	20.2	14.4	3.7	0.2	55.5	1300	31.000	
酸素 富加 操業	28. 1	25.3	3.2	32.6	13.3	4.4	0.2	46.3	1721	52.300	3月は米炭使用のため除外する
	2	26.6	3.2	33.2	14.7	4.2	0.3	44.4	1746	54.800	
	4	25.4	3.5	32.5	15.0	4.4	0.3	44.3	1749	55.400	
	5	23.9	3.5	31.5	14.6	4.3	0.3	48.5	1700	54.000	
	6	24.0	3.3	31.3	15.0	4.0	0.3	46.1	1678	53.500	
	7	24.5	3.8	30.8	16.4	4.1	0.2	44.7	1708	56.200	

第 2 表 送風中の酸素濃度と發生ガス成分との關係

送風中の O <sub>2</sub>	送純度 酸素量(%)	送入 空氣量	送全量 (空+酸素)	送酸 入素 全量	石炭 噸當 り素	吹入 蒸氣量	石炭 噸當 り量	1日 1基當 り量	焚炭 量の 比	發 生 ガ ス 成 分						
										CO <sub>2</sub>	CO	CH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	Kcal /M <sup>3</sup>
%	M <sup>3</sup> /H	M <sup>3</sup> /H	M <sup>3</sup> /H	M <sup>3</sup> /H	M <sup>3</sup> /T	kg/H	kg/T	T/D		%	%	%	%	%	%	
21	—	3.000	3.000	630	432	450	310	35	1.00	2.9	28.2	3.9	10.2	0.2	54.6	1452
22	50	3.000	3.050	675	377	480	270	43	1.22	3.0	30.9	4.0	12.0	0.2	49.9	1589
23	90	2.900	2.990	685	363	485	260	45	1.29	3.0	31.6	4.0	13.0	0.2	48.2	1636
24	110	2.800	2.910	695	352	500	250	48	1.37	3.1	32.1	4.2	13.3	0.2	47.1	1676
25	155	2.700	2.855	715	324	530	235	53	1.51	3.2	32.5	4.2	13.8	0.2	46.1	1700
26	185	2.600	2.785	725	316	540	230	55	1.57	3.2	33.4	4.3	14.3	0.2	44.6	1750
27	230	2.500	2.730	745	319	560	240	56	1.60	3.2	34.1	4.4	15.0	0.3	43.0	1797
28	260	2.300	2.560	730	308	600	250	57	1.63	3.5	34.5	4.4	15.3	0.4	41.9	1816
29	285	2.200	2.485	730	302	650	255	58	1.66	4.0	34.8	4.4	15.5	0.5	40.8	1832