

熔鑛爐操業に於ける二三の考察

(日本鐵鋼協會第 27 回講演大會講演 昭 17. 4. 東京)

小 菅 高*

SOME CONSIDERATION OF BLAST FURNACE OPERATION.

Takasi Kosuge

SYNOPSIS:—The author made some consideration of a blast furnace which is acting in basic operation, at Yawata Iron Work of Japan Iron Mfg Co, Ltd (Nippon Seitetsu K. K. Yawata Seitetsuzyo) with regard to various furnace conditions of the blast furnace core and experimented on the moderate diameter of the core has intimate relation the oxidizing zone of the furnace. The clearance of furnace wall and core is 2.5m maximum, depending on hearth temperatures. Considerations on the blast temperature, the blast pressure, the blast amount, the coke and the cause of hanging etc. were described in general. The moderate tuyere diameter is 0.097 of the Length of the hearth circumference.

目 次

- I. 緒 言
- II. 装入物の降下
- III. 爐蕊と種々な操業因子との關係
 1. 概 論
 2. 送風熱度との關係
 3. 送風壓力との關係
 4. 送風量との關係
 5. コークスとの關係
 6. 出銑量との關係
 7. 爐床温度との關係
 8. 羽口の大きさととの關係
 9. 送風量—送風壓力—出銑量の關係
- IV. 棚 (Hanging) に就いて
- V. 羽口と風量との關係
- VI. 結 論

I. 緒 言

熔鑛爐操業に於て送風量、送風熱度、送風壓力、鑛石、コークス等が爐況に影響を及ぼす事は言ふ迄もない。此れ等を適當に制御し順調なる降下を行はしめ、より多くの生産量を確保するのが熔鑛爐操業者の任務である。

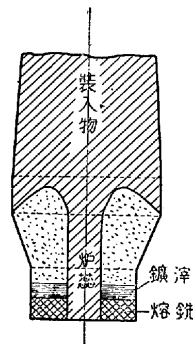
本論に於ては装入物の降下、爐床内の状態及び羽口等の爐況に及ぼす影響に就き二三の考察を下す事とする。

II. 装入物の降下

熔鑛爐の装入物の降下に就て一説には爐の朝顔の部分に鎔解層がアーチ形を形成し此の部分の軟化體の鎔解により降下すると言はれて居るが此れは朝顔の角が小さく爐床徑

の小さい爐に於ては成立するが、近來の如く爐床徑大になり朝顔角度の大きな爐に於ては成立し得ない理論である。此のアーチ形は不安定であり、やゝもすれば一角が崩れ片減りを生じ易い。

然らば爐床内は如何なる状態にあるかと言へば爐床の中心に柱があり、爐内の大部分の荷重を此の柱で維持して居る。熔鑛爐内の装入物の全重量は 400 噸爐では 600t, 1,000 噸爐に於ては 1,500t もあり此れ等の重量を保つにはどうしてもアーチ形では不安定である。且爐内に於ける装

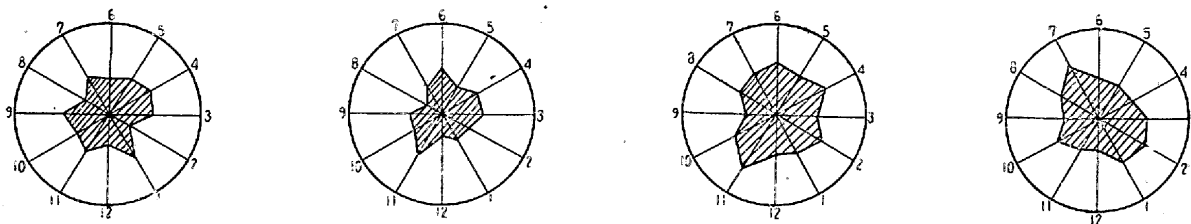


第 1 圖 爐床内想像

入物の占める容積は大體コークス約 60%、鑛石及雜原料約 30%、石灰石約 10% であり、此の内鑛石類及び石灰石は降下の途中高温のため軟化收縮し互に粘着してガスの通路を妨げるがコークスは羽口面迄殆んど化學變化を受けず下降し來り羽口前で熱風に依り燃焼せしめられ此の爲に装入物の降下を起す。此の柱はコークスを主體とし此れに半熔融の銑鐵鑛滓が結びつき柱を形成し其の爐底に接觸する部分は上部からの壓力と爐床内の高熱の爲餡状をなし其の下部より熔融しつゝあると考へられる。其の状態は大體第 1 圖の如し。

此の柱は爐床内に於て時々刻々に種々な原因に依り變化しつゝあり、中心部は餘り變らず其の外部のみ變化する。此の形は當時の送風熱、送風量、送風壓力、コークス等に依り且爐床内に降下する装入速度も中心部は遅く、外部は速く降下する。第 2 圖は 350 噸爐に於て此の爐蕊を徑 18mm の金棒で突いて測定した一例である。

* 日鐵八幡製鐵所研究所



日	時	羽口 1~12												平均 mm	風量 m ³ /min	風壓 g/cm ²	熱度 °C
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
1	1:26 p.m. 10	1:120	1:930	1:360	1:150	1:550	1:710	1:550	1:943	1:330	1:580	1:320	1:760	1,525	949	570	660
2	1:27 a.m. 7:05	1:900	1:900	1:500	1:400	1:750	1:300	1:950	2:100	1:700	1:650	1:200	2:000	1,695	949	550	660
3	1:27 p.m. 6:45	1:400	1:100	1:420	1:100 (中穴)	1:400	1:200	1:380	1:410	1:880	1:300	680	1:450	1,310	949	610	700
4	1:28 a.m. 2:45	1:150	1:100	1:100	1:650	1:650	1:600	1:980	1:350	1:700	1:150	1:620	1:690	1,399	949	600	700

第 2 圖 爐 蕊 の 一 例

III. 爐蕊と種々な操業因子との關係

1. 概 論

本論に於ては爐蕊と種々なる操業因子に就てのべる。主として八幡製鐵所第一製鉄課に於ける爐につき試みた結果を示す。初めに斷つて置きたいが此の實驗は 2 人又は 3 人の工員により約 1m 徑の金棒で羽口より爐内を突いた物で其の各羽口の間及び上下に就ては測定し得られず且又異つた工具により行つて居る故幾らかの實驗誤差の生ずるのは已むを得ないが此の點御諒承を御願ひする。第 3 圖は 350 吨爐に付き第 4 圖は 400 吨爐に於て行つた結果である此れより次の事が分る。

1. 送風溫度下れば爐蕊小となる。
2. 送風壓力の上昇は爐蕊大となる。
3. 送風量の上昇は爐蕊小となる。
4. コークス灰分の増加は爐蕊大となる。
5. 爐蕊大になれば出鉄量減る。
6. 爐蕊が冷え氣味の時大となる。

此れ等に就き逐次例により説明する事とする。

2. 送風熱度との關係

先づ熔鑛爐の酸化帶の事に就て述べて見る。此の事に就ては種の人々の意見があるが、此れは羽口より吹き込まれた熱風が爐内の白熱コークスに接觸し CO₂ となり此の CO₂ が直ちに還元され CO になる。此の羽口前に於ける遊離酸素や CO₂ を含んだ部分を酸化帶 (Oxidizing zone) と呼び此の部分が一番高熱で爐内反應も最も活潑に起る場所であり、此の部分が廣くなればガスの分布や装入物の降下もよ

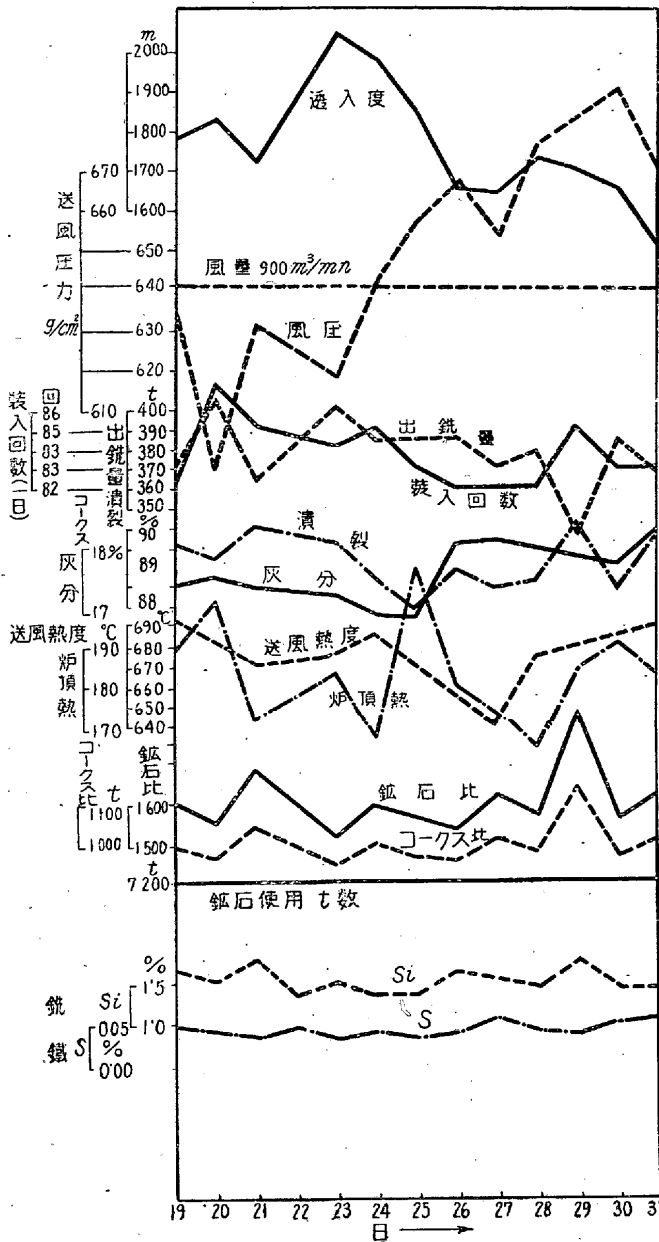
くなり其の爲還元作用も追調に行はれ生産量も増し得るのである。其の幅は深さより小さく、高さは深さと同じ位と言はれる。

熔鑛爐に於ては送風熱度の低い程酸化帶の大きくなる事は既に認められて居る。これは熱度が高いとコークスの燃焼性 (Combustibility) 即ち C と O₂ とが反應する速度が増す爲であり低いとコークスの反應性 (Reactivity) 即ち C と CO₂ との反應速度が少くなる爲で此の爲溫度が下れば爐内へのガスの滲透が増し爐蕊小となるのが認められる (第 3 圖参照)。

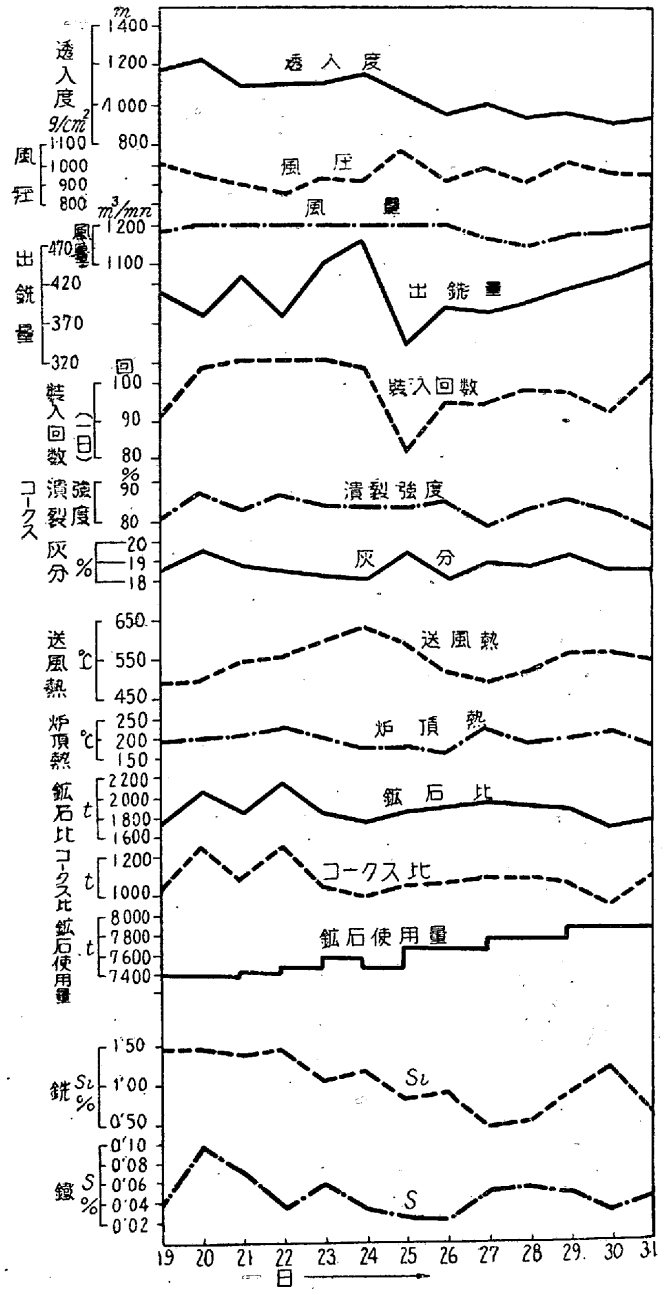
近來の如く粉鑛を相當量使用して居る場合、高風量、高熱では充分なる作業は出來得ない。其の爲十分送風熱を下げて 500°C 前後で作業を行ふのが望ましい。此の粉鑛精鍊に於て休風とか減壓の場合再送風に當り高温の風では爐内に滲透しにくく、爐蕊太り壓力高まり常態に復する迄長時間を要する。爲に一般に此等の場合溫度を下げて送風し、極端な場合は冷風送風を行ふ様な場合もある。反面此の高熱使用は爐況冷え氣味の場合爐蕊太りたる爲に十分な爐床熱を持たず爲に行はれる方法にして低熱で順調に作業をする時は爐蕊の小となりたる場合なる事も併せて考へられる。

3. 送風壓力との關係

熔鑛爐に於て壓力の上昇はガスの上昇壓力、爐内に於ける装入物の抵抗、鑛滓及び熔銑の粘性、カーボン沈積 (Carbon deposition) 等に原因するが主として装入物の抵抗に打ち勝つガスの上昇壓力である。Johnson に依ると此の壓力は 10% は羽口總面積即ち徑と數に關係し他の 1~3% は下降管を通りガスを引く力、残りの 87~89% がガ



第3圖 350 吨爐に於ける操業例



第4圖

スの上昇壓力と述べて居る。

一定の風量熱度で操業して居る場合爐蕊の増大は壓力の上昇を原因せしめる。即ち爐床内に吹き込まれた風は其の運動範圍小なる爲同風量にてもそれを入れる空隙小となり、抵抗増し、爲めに壓力が上る。即ち壓力大となれば酸化帶はせばまると考へられる。其のため此の壓力を下げる爲に羽口径を増すとかの方法を取れば幾分爐蕊を小ならしめる事が出来るかも知れないが極端に増せば却つて爐蕊を大にならしめる傾向あり。又熔鑄爐に於て壓力の上昇は炭素の燃燒速度を増し鑄石の還元速度は壓力が高い程還元されると言はれて居る。故に爐に於ては或る程度の其の爐に應じた壓力を持たしめねばならない。此の限界は種々な條

件によるが其爐操業者が多年の経験上其の爐の壓力限界をよく定める事が出来る。

4. 送風量との關係

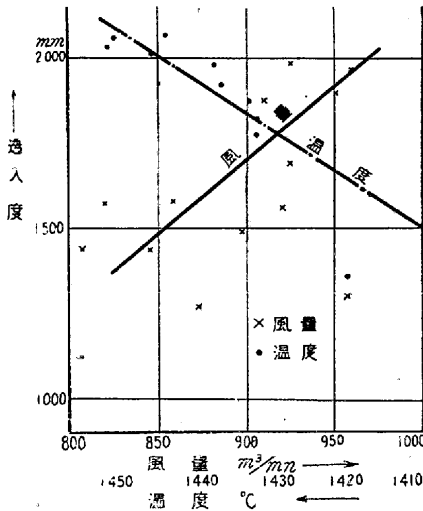
造風量の増加は爐蕊を小にせしめるが極端なる増加は却つて過剩送風 (over blow) になり下降速度が還元速度を追ひ越し十分なる熱を爐に與へられぬ故却つて爐蕊大となり、又少なすぎると不規則な棚を起し出銑量が減り却つて爐蕊大となる。Johnson によると適當なる風量は

$$W/D^2H=K \cdot W=風量(m^3/min) \quad H=爐高 \quad m$$

$$D=爐床徑 \quad m \quad K=定數 \quad 1.25$$

なる式を擧げて居る。出銑量は普通風量に直線的に比例して増加する。第5圖は350 吨爐に於て風量と透入度との關

係であるが、風量の増加に伴ひ透入度大となり、爐蕊小となるを見る。後述せる如く殊に風量増し風壓下る場合特に此の傾向大である。これより爐況平衡状態にある時、送風量増せば熔解速度増し風の機械的エネルギー増し羽口前に於て装入物に突き當る力大となり、酸化



第5圖

帯が良く擴がる事に依ると考へられる。

5. コークスとの關係

コークスの灰分の増加は其れに依り固定炭素減少し、それに対し高熱で補はなければならず、又風量を減少し下降速度を遅らせねばならぬ故爐蕊大となる。コークス中の灰分高ければそれに比し鑛滓量も増えそれに対する抵抗の爲壓力も増す。又此のコークスの燃焼性、反應性にも大いに關係するが此れに就て適當な試みをなし得なかつた。

6. 出銑量との關係

熔鑛爐に於て爐蕊大になればなる程爐床内に溜る熔銑鑛滓の量減り必然的に壓力も高まる。爐蕊小なる程コークスの運動範圍廣くなり、活潑なる化學反應を爐床内に於て起し、爲に装入物も良く早く降下し出銑量増すが、爐蕊大なる時はコークスの運動範圍狭く又此の消費量少く、且爐壁との間隙小なるため装入物の下降も遅く出銑量は減ずる。

7. 爐床温度との關係

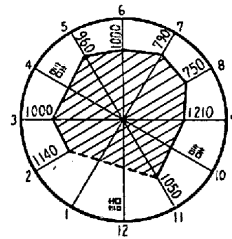
大體上述せし如く爐床温度の低下は爐蕊を大ならしめる。此の場合出銑温度と爐蕊との關係は350 吨爐に於て前掲第5圖の如くなる。即ち爐蕊の大なる程出銑温度即ち爐内温度小となる。第1表は400 吨爐に於て操業因子と爐蕊

第1表 爐蕊と爐況との關係

爐蕊 mm	鉄鐵%				鑛滓%			CaO/ SiO ₂	風量 m ³ / mn	風壓 g/ cm ²	送風 熱°C	装入 回数
	C	Si	Mn	S	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃					
4'270	3'28	0'44	0'63	0'166	34'98	39'87	18'20	1'14	1'220	900	650	29
3'800	4'13	0'90	0'77	0'080	37'16	39'87	17'44	1'07	1'130	800	600	34
3'520	4'32	1'16	1'17	0'028	33'88	42'78	17'72	1'26	1'230	850	550	37

(註. 爐床徑 6m)

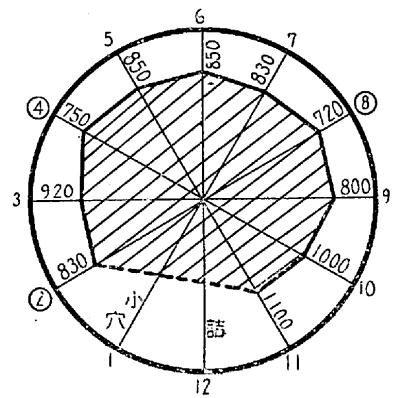
との關係を示す。これにて分る如く爐蕊大なれば珪素低下しSは上昇する。即ち爐床温度の十分高くないのが分る。又片減りを起した場合往々熔銑熔滓の羽口よりの噴出を見るが此の時は爐蕊が其の部分に未還元の鑛石の降下とか爐床内



平均 1010
7 番銑滓噴出
風量 1200 m³/mn
風壓 1150 g/cm²
熱度 590°C

第6圖 熔銑噴出の場合の圖

に水が入つた等の爲擴大し爐壁との間隙小になるため又羽口破損は此の爐蕊の大なるため爐壁との間隙小になり風が上部に上る爲に生ずる負壓が他の部分より大になるため羽口下部が破損すると思考される。第6圖及第7圖は夫々此れ等の場合の爐床内の状態を示す。



風量 1,170 m³/mn
風壓 1,030 g/cm²
熱度 590°C
測定時間 12'30
前 8'45

備考: 前 7'17 より 25mn 休風 ②, ④, ③ 破,

第7圖 羽口破損の一例

8. 羽口の大きさとの關係

第2表は400 吨爐に於て突出 250 mm, 徑 140 mm の羽口を使用した場合と160 mm 徑の羽口を使用した場合の比較例である。これに依ると羽口の直径を變へても爐蕊の太さに餘り關係せず徑の増加により酸化帯が横に擴がりその爲め出銑量が多くなる。此の場合羽口の突出を長くすれば爐蕊は小となるが酸化帯は狭まると考へられるが此れに就ては實驗する機会を持たなかつたのは残念である。

大體上述せる例により爐蕊と操業状態との關係を了解された事と思ふ。要するに爐蕊は主として爐床温度の高低に大いに原因される。此れが大となればガスは爐壁の部分のみ上昇し所謂外部的操業をなし爐壁を傷ける事甚し

第2表 400 吨高爐に於て羽口變更の例

	徑 140mm 突出 250mm 12本使用(A)	徑 160mm 突出 250mm 12本使用(B)
期間(日)	14	15
出銑量(t/日)	410	436
装入回	99	102
風量(m ³ /mn)	1'190	1'125
風壓(g/cm ²)	955	880
送風熱(°C)	552	621
銑銑當り		
コークス比	1'009	1'045
鑛石比	1'881	1'805
爐頂ガス		
CO ₂ (%)	11'4	11'4
CO(%)	28'8	28'9
コークス		
潰裂(%)	88'70	88'55
灰分(%)	18'76	19'85
爐頂熱(°C)	202	206
透入度(mm)	1'047	1'077
銑鐵 C%	3'85	3'62
Si%	1'01	0'89
Mn%	1'08	0'84
S%	0'046	0'104
鑛滓 CaO%	42'60	40'18
SiO ₂ %	34'10	36'10
Al ₂ O ₃ %	15'90	15'95
CaO/SiO ₂	1'25	1'11
一回當り鑛石 使用量(t)	7'800	7'700
棚 (回)	25	14
透入度最大	1'400	1'240
最小(mm)	840	900
差(mm)	560	340
休風時間	3 時 02 分	5 時 19 分

い。前述せる如く爐蕊は酸化帶と密接な關係を持ち熔鑄爐にては燃料の燃燒は羽口前の酸化帶で起りこの燃燒の二つの函數は鑛滓を fuse して鐵を熔解するに充分なる高温のみならず爐床の臨界溫度即ち爐床に下降し來る燃料を適當に豫熱し、爐床内にて装入物を熔し、化學反應を起さしめるに適當以上の熱を與へる事及び其の爲 Bosh gas を適當に正しい溫度に保つ事有る。この臨界溫度下れば、爐内

溫度下り、コークスの燃燒も不充分となる故、爐蕊大となる事は前述せし如くてある。今八幡に於て試みられた透入度を示すと第3表の如し。

これより見ると羽口前 850~1'850 mmの部分に於いて最も活潑なる化學反應が起る。即ち大體羽口前 1'350 mm迄が熔鑄爐に於て100% 近くの化學反應が起りコークスの自由に運動出來る範圍であり其れ以上の内部は Dead Space なりと思考される。故に餘り大きい爐床徑の爐は其れ程に多量の出銑量は確保出來ない。

9° 送風量-送風壓力-出銑量との關係

凡て熔鑄爐は送風量の如何により生産能力が左右せらるるは當然である。大體爐の能力に就ては

$$C = K_1 V \quad C \cdot 24h \text{ の生産能力 } V \cdot \text{單位時間の送風量}$$

$$K_1 \cdot \text{定數}$$

壓力は $V = K_2 \sqrt{P}$ $P \cdot \text{送風壓力 } K_2 \cdot \text{定數}$ なる關係がある。これ等より次の式が成立する。

$$C = K \frac{V}{\sqrt{P}}$$

即ち出銑量は送風量に比例し送風壓力の平方根に比例する。これから出銑量-風壓-風量の三者の關係を見ると第8圖の如くなる。

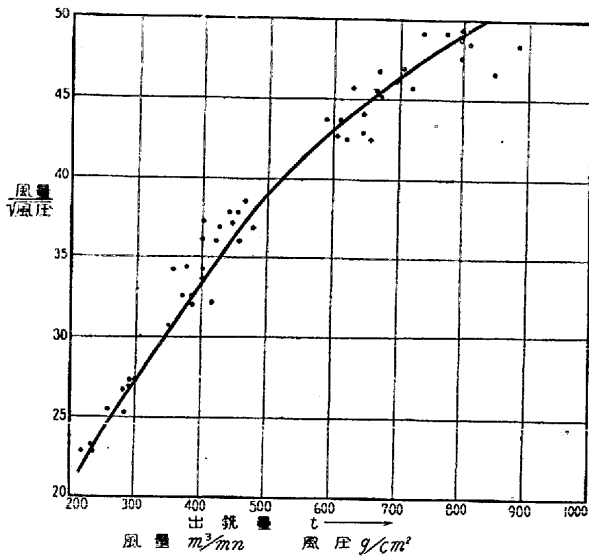
即ち送風量同一でも風壓高き時は出銑量はへるが反對に壓力が下ると出銑量大となる。この傾向は第8圖より見る如く能力大なる爐程大であり、大きい爐程風壓の影響を小さい爐より受け易い。即ち高壓で低い送風状態は不良な爐況を意味し、低壓で高い送風量は良好な状態を意味する。

Owen R. Pice は送風量と送風壓力との間に送風函數 (Blowing fator) と呼ぶ式を導き次の如く述べて居る。

$$\text{送風函數} = \frac{\text{平均送風壓力 (lbs/in}^2\text{)}}{\text{平均送風量 (mn/ft}^3\text{)}} \times 1,000$$

第3表 八幡に於て試みられた數例

爐床徑(m)	5'2	5'2	5'2	5'4	5'4	6'0	6'0	6'0	6'0	6'7	6'7	平均
透入度(m)	1'430	1'750	1'730	1'790	1'750	1'550	1'260	1'047	1'077	1'560	1'860	1'530
最大(m)	1'920	2'190	2'375	2'020	2'690	2'000	1'650	1'400	1'240	2'000	2'550	2'100
最小(m)	'980	1'205	1'115	1'544	1'310	1'230	'950	'840	'900	730	1'395	1'110
羽口徑(mm)	130	130	130	140	140	140	140	140	160	160	160	—
突出(mm)	200	200	200	250	250	250	250	250	250	400	400	264
數	10	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
出銑量(t)	362	377	373	—	352	386	389	408	437	—	—	—
測定期間(日)	13	13	37	12	13	7	26	13	14	12	9	—
作業狀態												
送風量(m ³ /mn)	911	900	946	790	923	1040	935	1190	1125	—	1'434	—
送風壓力(g/cm ²)	557	643	725	773	594	773	792	955	880	—	768	—
送風熱度(°C)	659	675	800	837	704	567	760	552	621	—	—	—



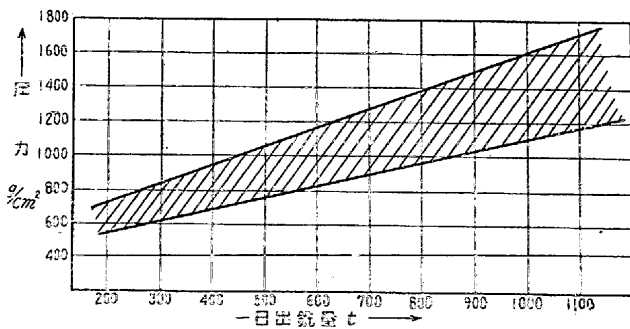
第 8 表

この送風函數高ければ不良な状態を低ければ良好なる状態を意味する。

これに就き種々の他の因子も關係するがこれは爐蕊と密接な關係を持つ今其の一例を擧げる。今羽口よりの透入度 1.7 m としこれが 1.3 m しか違らなくなつた場合を考へる。

爐能力 t	爐床 徑 m	A		B		A-B の 間隙に 對し減少 %	爐床初期 の間隙に 對し減少 %
		透入 度 m	爐壁と の間隙 m ²	透入 度 m	爐壁と の間隙 m ²		
350	5.2	3.4	18.70	2.6	15.73	2.97	15.9
500	6.0	3.4	22.98	2.6	19.20	3.78	16.4
1,000	7.2	3.4	29.43	2.6	24.20	5.23	17.8

即ち爐床徑大なる程爐蕊の太り具合等しく共それに対する間隙は減る。これ等より見て能力大なる爐程變化多く又



第 9 圖 出銑量と送風壓力との關係

第 9 圖に示す如く壓力の變化範圍大なり。

IV. 棚 (Hanging) に就いて

熔鑄爐に於て棚とは爐内にて裝入物の下降を妨げ、或る部分以上が全然下降し得ず途中にて停頓した如き場合を言ふ。これは時には爐のあつき時即ち炭素の析出とか、又は

lime setting 生成物の粘性高まりたる場合等に生ずるが主として爐況冷の氣味時に懸るのを普通とする。

第 2 表 (A) 及び (B) に就きて見るに透入度は略同じでも最大最小の差の多い程棚を生ずる回数が多い。この場合前者は 560 mm で 25 回の棚後者は 340 mm で 14 回の棚を起して居る。この事は爐蕊の變化が多い爐即ち變動の多い爐程棚が懸り易い。(A) の場合に於て透入度は棚の時 980 mm (爐蕊 4,040 mm) 順調に下降せる時 1,080 mm (爐蕊 3,840 mm) であり前者の前爐蕊大である。これより見ると棚の主なる原因は爐蕊大となり爐壁との間隙せばまり、朝顔部に於て下降しにくい足場が作られ爲にこの部分に於て棚が懸る物と思考される。其のためこれを直すには送風熱を 50°C, 100°C 時には 200°C も急激に低下せしめ、且又羽口をしぼる事により局部的の風量を上げガスの滲透をよくし、爐蕊を小にして棚を直すのを普通とする。

一般に爐況不安定で常に棚の懸り易くなる時は出銑量も減り順調なる作業をなし難くなる爲、一回當り裝入鑄石量を相當の量約 7~13% 減らし爐内をあつくし、その相當の風量を上げ爐蕊を小にせしめ酸化帯を或程度擴げて作業すれば良い。これが廣くなれば爐床に於けるコークスの燃焼がよくなりガスの分布や裝入物の降下も良くなり其のため還元作用が順調に行はれる。

我々熔鑄爐操業者は爐況を制御する目安として銑鐵鑄滓の色、流動性、羽口の狀態などに依り判斷する以外に爐内を突き爐蕊を調べてこれより豫測して操業するのが望ましい。

V. 羽口と風量との關係

通常羽口の材質は銅であるが、八幡に於ては使用する羽口はアルミニウムを主成分とした羽口である。その徑及び突出は爐に依り異なるが、300 吨爐に於ては徑 130~150 mm 500 吨爐にては 140~160 mm, 1,000 吨爐にては 180 mm でその突出は 200~400 mm 位なり。その數は 10 本又は 12 本であり。主として爐床徑 5.4 m 以上は 12 本それ以下位迄は 10 本使用する。その數は多い程ガスが均一に分布するに好都合だが操業上羽口に關する故障多くなる。徑に就ては Johns n に依るとこの小なる程爐に入る送風速度大となり風は中心迄到達すると述べられて居る。又 J.Sarek に依れば羽口徑小なる程爐に入る風速増すと同時に羽口前面に於てコークスと接觸する面積小となる故酸化帯は上方に擴がり爐壁附近にガスに對する低坑減少の爲、却つてこ

の部分を通るガス量を増すと述べて居る。然し爐床に於ては實際装入物充滿して居る故、直線的には進まず、且爐内抵抗は局部的に變化を來す故、風の貫通度は必ずしも羽口徑に依らず、寧ろ爐床温度に關係すると考へられる。又羽口の突出は爐床徑大なる程爐内に突出を持たしめねばならぬ。羽口徑大にして突出少なき時は爐蕊擴大して所謂外部

的操業になり、爐壁の損傷大となる故或る程度爐内に入れてやらなければならぬ。が爐其れ自體に應じ、工場の位置、装入原料、氣候其の他の地方的條件により一概には言へぬが、各工場で特有な物が使用される。熔鑄爐の能力を充分發揮せしめるか否かは此の羽口の充分に適當か否かにより半分は影響される。第4表は日本各地の熔鑄爐の羽口徑、爐床徑等の關係を示す。此の表で見ると 羽口總直徑/爐床の長=0.0977 となつて居る。即ち羽口の徑の和は大體爐床の周圍の10%を選べば良い。

第4表 爐床と羽口との關係

爐名	爐容積 m ³	爐床徑 m	羽口數 (本)	羽口徑 mm	爐床長 Dm	羽口總直徑 T.m	T/D
H	325.1	3.70	12	120	11.6	1.44	0.124
W ₃	354.6	4.30	12	110	13.5	1.32	0.098
K ₃	436.6	4.70	10	150	14.7	1.50	0.102
Y ₁	455.6	4.80	10	130	15.1	1.30	0.087
Y ₂	455.6	4.80	8	130	15.1	1.04	—
Y ₄	473.8	5.20	12	130	16.3	1.56	0.096
Y ₃	476.3	5.20	10	130	16.3	1.30	0.080
K.S.	478.0	5.00	10	150	15.7	1.50	0.096
Y ₂₋₂	479.7	4.80	10	140	15.1	1.40	0.093
Y ₃	487.3	5.20	10	130	16.3	1.30	0.080
T	493.1	4.90	10	150	15.4	1.50	0.099
K.S.1	494.5	5.00	12	152	15.7	1.82	0.115
K.S.3	513.0	5.08	12	152	15.0	1.82	0.114
K ₂	566.0	5.00	10	145	15.7	1.45	0.092
Y ₃₋₁	567.2	5.40	10	150	16.9	1.50	0.089
A	571.1	5.40	12	130	16.9	1.56	0.093
N ₁	624.4	5.20	10	155	16.6	1.55	0.093
Z ₁	641.0	5.50	12	150	17.5	1.80	0.103
Y ₅	660.5	6.00	12	140	18.6	1.68	0.090
Y _A	714.8	6.00	12	170=10, 160=2	18.6	2.02	0.110
S	777.8	6.40	12	178	20.2	2.14	0.106
N ₄	877.0	6.70	12	178	21.3	2.14	0.101
W _A	883.7	6.60	12	150=6, 170=6	22.3	1.92	0.090
Y ₃	889.0	6.60	12	178	20.7	2.14	0.103
Y _B	889.6	7.00	12	160=11, 140=1	22.0	1.90	0.086
K ₁₀	903.9	6.50	12	180	20.4	2.16	0.106
S	931.0	6.70	12	190	21.0	2.28	0.109
Y _C	1120.6	7.20	12	180=10, 140=10	22.6	2.04	0.090
HN ₁	1162.0	7.20	12	160	22.6	1.92	0.085
HN ₂	1162.0	7.20	12	200	22.6	2.04	0.106
平均							0.0977

第6表 羽口徑と爐況との關係

爐名	良好なる場合				不良なる場合			
	風量 m ³ /mn	出銑量 t	羽口徑及數 mm本	總直徑 mm	風量 m ³ /mn	出銑量 t	羽口徑及び數 mm本	羽口總直徑 mm
1	805	381	130×12	1.560	785	2.6	130×8	1.040
2	875	360	130×10	1.300	860	268	100×11	1.100
3	1.080	436	160×11	1.760	1.140	410	140×11	1.540
4	810	373	150×9	1.350	700	334	170×9	1.530
5	605	295	140×10	1.400	595	233	140×8	1.120
6	1.230	563	140×1 170×11	2.010	1.055	411	170×12	2.040
7	1.310	669	170×9 150×3	1.980	1.110	448	170×12	2.040
8	1.615	891	160×1 180×11	2.140	1.540	710	180×1 100×1 140×1	2.040

備考 本記録は一ヶ月間の平均なり、

第5表は八幡に於て300 吨及び350 吨爐に就て行つた物であり、此れは羽口徑大なる程良くなつて居る。其以上の大なる物に就ては試みられなかつた。此に依ると羽口破損は徑の大なる程少ない。此れに就ては又述べる事とする。

次に爐床徑と出銑量との關係及び出銑量と風量との關係を第10圖に示す。此れと前述せる物とを組合し風量と其

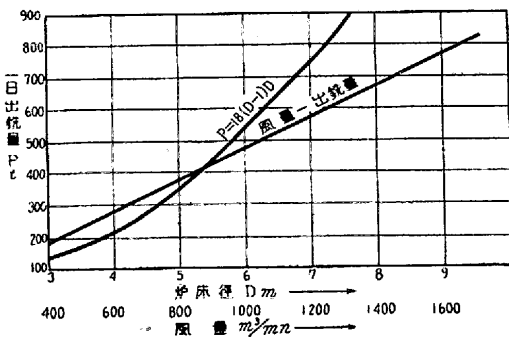
第5表 300 吨及び350 吨爐にて羽口變更の例

(A) 300 吨爐

期間 (日)	出銑量 t	風量 m ³ /mn	風壓 g/cm ²	送風熱 °C	爐頂熱 °C	コークス 比	銑鐵%				鑄滓 CaO/SiO ₂	コークス		ガス%		羽口總直徑 m	羽口破本
							C	Si	Mn	S		灰分%	潰裂%	CO ₂	CO		
10	245	805	635	803	209	1.075	3.95	1.39	1.27	0.078	1.34	17.51	89.04	12.2	29.6	1.130	5
12	281	743	639	772	221	1.005	3.96	1.55	1.32	0.086	1.29	18.21	88.54	12.0	29.8	1.250	6
10	310	730	619	791	207	0.945	3.94	1.68	1.32	0.068	1.25	18.41	88.84	12.9	29.2	1.290	1

(B) 350 吨爐

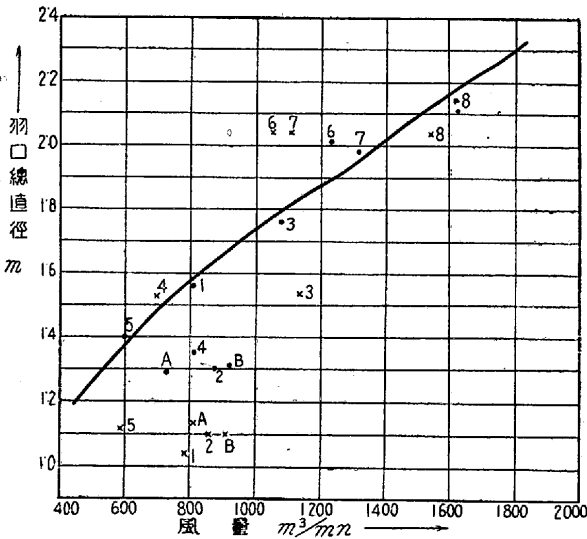
期間 (日)	出銑量 t	風量 m ³ /mn	風壓 g/cm ²	送風熱 °C	爐頂熱 °C	コークス 比	銑鐵%				鑄滓 CaO/SiO ₂	コークス		ガス%		羽口總直徑 m	羽口破本
							C	Si	Mn	S		灰分%	潰裂%	CO ₂	CO		
18	322	905	699	706	249	1.078	3.99	1.40	1.48	0.047	1.24	19.08	89.50	10.6	29.4	1.290	3
18	288	902	748	665	260	1.070	3.96	1.51	1.34	0.051	1.18	18.90	89.25	11.1	29.0	1.100	5
17	350	903	655	703	229	1.021	4.08	1.38	1.42	0.034	1.24	19.40	88.20	10.8	29.1	1.390	3



第 10 圖 爐床徑及び風量と出銑量の關係

これに適應する羽口總直徑との關係は第 11 圖の如し。

此れに第 6 表に示す熔鑄爐の爐況の順調なる場合即ち出銑量多き時と少なき時のを plot して見ると大體前者は此の曲線に沿ひ後者は上又は下と此の曲線より離れて居るの



第 11 圖 風量及び羽口總直徑の關係

を見る。此れより我々は風量に應ずる羽口徑を適當に調節し得るのが望ましい。其の爲め我々は爐の操業に於て風量が相當減つた場合、羽口の弁を締めるとか、羽口を詰めるとかの方法を取り操業するが出來得るならば羽口全部を使ふ爲には羽口徑を調節する如くすれば良いが到底現在の儘では行ひ得ないので上述の如き方法を取つて居る。ドイツの Mannesmann Tube works では爐の操業中自由に調節し得る様な羽口の特許を得此れを使用して一年半の間に出銑

量を自由に變へ得たと同時に銑鐵砲當り平均 30kg のコークスを節約し得たと言はれて居る。

VI. 結 論

以上述べた事により大體詳解されるが同じ爐で、より多くの出銑量を確保し順調なる作業を行ふには爐蕊を小にし其の風量に應じた適當なる羽口を使用し變化の少ない操業行へば良い。此の爐蕊は風量、送風溫度、風壓、装入物などにより大いに影響される。此の蕊が小さくなる事は必然的に酸化帶を或る程度擴げる事になる。此れが廣くなれば爐床に於てコークスの燃焼も良くなり、ガスの分布や装入物の降下も良くなり、其の爲還元作用も順調に行はれ、生産量も増す。實際操業をする場合は夫れに適應する酸化帶を作る事が必要である。此の場合或る程度熱を下げた時に良好なる成績を上げる事多し。又高溫度の熱風を使用すれば過量の送風も可能になる。近代の Low bosh, wide hearth の爐に於ては充分なる風を必要とし、又爐床徑に就ても自ら限度がある。

前述した爐蕊に就ては或る程度此れの存在は必要であるが此の事に就ては未だ釋然たらざる所がある。大體羽口前 850~1850 mm の部分に於て活潑なる活動範圍あるため爐床を最も有効に使用せしめるために爐床を楕圓形とする事も一考の價値がある。装入物の分布降下が一様に行くならば今後の熔鑄爐は此の方面に進んで行くべきである。熔鑄爐の如く種々な内部的、外部的函數の多い物に於ては必ずしも之と異なつた現象も生じない譯ではなく、又地方的の狀件に依つても大いに左右される。熔鑄爐操業は現在の所主として原因に依り操業するより寧ろ結果に依り操業する故上述せし事を基礎として操業すれば良い。又操業因子は御互に密接な相關的關係を持つて居る事も忘れてはならない。

終りに種々御教示を得た。安田製鉄部長、松尾、小野田各製鉄課長釜石製鐵所製鉄部長松浦氏等に感謝の意を表する次第である。