

622.341.1-188:622.341.1-185

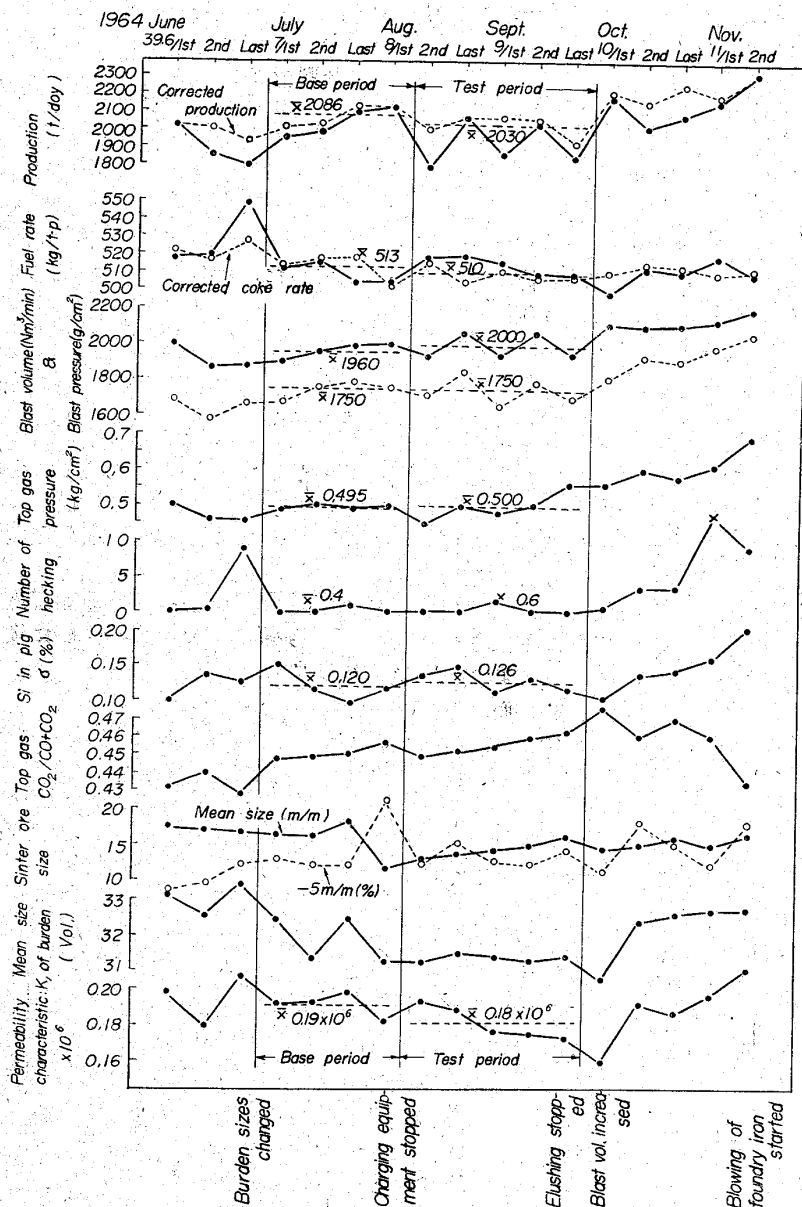


Fig. 5. The furnace operation data in test period.

入つたため10月以降のデータについては比較から除外した。

Fig. 5 にみられるように操業条件のほぼ等しいこの期間において、巡回シュートを停止させたことによる炉況の変動は全く見受けられず、円滑な操業を維持し得たことがわかる。現場の操業も何らトラブルがなく棚吊りや鉄中 Si は安定していた。

炉頂の装入物分布は炉内通気性に大きな影響を与えると言われているが、今回の試験において Fig. 5 および Table 1 の粒度および配合では少なくとも巡回シュート停止によつて炉況が悪化しないと考えるもよいと思われる。

なお炉内通気性は単一相流動における圧損失の式<sup>2)</sup>から導いたもので、当所の実績では良く炉内の通気性を示すことが知られている。圧損失は次式で示される。

$$P_1^2 - P_2^2 = \left(\frac{I}{d}\right) \left(\frac{L^3}{v^2}\right) \left(\frac{\bar{T}}{T_0}\right) VG_0^2$$

ただし、 $P_1, P_2$ : 送風圧力, 炉頂圧力  
 $L, v$ : 高炉有効高さ, 有効内容積  
 $T_0$ : 絶対温度  
 $\bar{T}$ : 送風温度と炉頂温度の平均  
 $VG_0$ : 発生ガス量  
 $d$ : 装入物平均粒径  
 $I$ : 通気抵抗指数

ここで装入物の形状, 空隙率, 平均粒径を含んだ通気特性値( $K$ )は  $I/d$  で示され, 通常の操業ではこの  $K$  は一定となる。すなわち  $K$  が変化することは装入物性状以外の操業条件の変化によるものとみなされる。したがって今回巡回シュート停止以外の操業条件が Fig. 4 よりほぼ等しいとみられるので巡回シュート停止により  $K$  の上昇がみられないことから, 通気性への悪影響はなかつたと考えられる。

#### 4. 結 言

室蘭第3高炉における巡回シュート停止による操業は作業上および炉況に悪影響が生ぜず成功に終わった。

炉頂装入装置には炉内原料分布の均一化を計るため, 巡回あるいは回転機構がその多くを占めているが, 原料粒度の改良, 高圧業化の傾向にある現状から本試験の結果は単に炉内原料の分布の点ばかりではなく今後の炉頂装入装置改良に対し一つの指針となるものと思われる。

#### 文 献

- 1) 室蘭製鉄所技術会誌, (1960), p. 165
- 2) 化学工学便覧, (1958), p. 133

### (5) 大型高炉における輸入ペレットと焼結鉱の比較試験結果について

八幡製鉄所, 戸畑製造所

研野雄二・阿部幸弘・酒見哲蔵

Blast Furnace Practice with Imported Pellet vs Sinter at Tobota No. 2 Blast Furnace.

Yūji TOGINO, Yukihiro ABE and Tetsuzō SAKAMI.

#### 1. 緒 言

輸入ペレットに対する評価は最近海外で高まっている

が、わが国では小型高炉での実績しかなくその評価は明らかでない。このため戸畑第2高炉(炉床径 8.9m. 内容積 1657m<sup>3</sup>, 羽口数 20)において、ペレット80%, 焼結鉄 80% にて操作を行ない、生産性、コークス比、操業上の問題点などについて比較検討したので報告する。

2. 輸入ペレットと DL 焼結鉄の性状比較

輸入ペレットは八幡製鉄東田第5高炉<sup>1)</sup>で使用したものと製造条件はほぼ同一であり、焼結鉄との性状比較を

Table 1, Table 2 に示す。学振法による被還元率はペレット 71.5%, 焼結鉄 69.7% であった。

3. 操業結果

将来の原料計画を考慮してペレット 55% と 80% で各10日間を計画したが、使用開始後 30% まで増加した時、ペレット中 -5 mm が多くしかもヤード、鉄石庫内において偏析が大きく操業が困難となったため、篩分けて使用せねばならなかつた。篩分けたペレットを80%

Table 1. Chemical analyses of pellet and sinter.

Chemical Analysis	T·Fe	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Mn	P	S	Cu	SiO <sub>2</sub>	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
Sinter	56.98	9.55	70.86	0.45	0.075	0.014	0.032	5.87	8.79	2.78	1.09	0.05	0.09
Pellet	66.58	1.52	93.57	0.03	0.014	0.013	0.017	2.61	0.34	0.74	0.89	0.10	0.32

Table 2. Size distributions of pelled and sinter.

m/m	-5	5~10	10~15	15~25	25~35	35~50	50~75	+75	mean	Void
Sinter (Sinter plant)	5.6	34.1	15.3	18.4	10.9	8.6	6.5	0.6	19.8	—
(Blast Furnace Plant)	8.6	38.7	19.5	14.5	11.6	0	0	0	19.7	54.1
Pellet (No screened)	7.5	16.2	60.0	16.3	0	0	0	0	12.2	—
(Screened)	1.5	15.2	69.1	14.2	0	0	0	0	12.5	46.3

Table 3. Operation results.

Period	0	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
	10.11 ~10.17	10.18 ~10.22	10.23 ~10.25	10.26 ~11.6	11.7 ~11.14	11.15 ~11.20	11.21 ~11.23	11.24 ~12.5	12.6 ~12.17	2.23 ~3.1	3.2 ~3.10
Pellet ratio %	0	18.8	32.0	29.1	53.4	80.6	66.2	59.1	19.2	0	0
Sinter ratio %	56.3	40.0	22.1	24.4	13.3	0	13.8	20.1	39.9	80.4	65.1
Iron production t/d	2528	2505	2540	2513	2444	2185	2246	2739	2593	2579	2445
Coke rate kg/t	559	558	553	532	524	508	501	504	514	481	494
Coke rate corrected kg/t	539	538	534	522	515	496	494	503	514	506	509
Fuel rate l/t	19.1	24.6	24.7	26.9	25.8	24.8	30.0	27.1	29.8	37.4	38.2
Ore/Coke	3058	2896	2918	2892	2875	2825	2924	2974	3089	3361	3278
Blast volume m <sup>3</sup> /min	2538	2570	2548	2479	2462	2296	2265	2547	2540	2497	2381
Blast pressure g/cm <sup>3</sup>	1532	1541	1600	1566	1569	1515	1523	1508	1489	1530	1533
Blast temperature °C	932	897	908	934	946	939	944	967	969	996	986
Humidity g/cm <sup>3</sup>	42.4	43.0	44.0	41.9	40.2	42.1	44.6	35.4	39.4	20.3	36.0
Top gas temperature °C	205	210	191	182	180	203	214	181	167	220	218
Top gas CO <sub>2</sub> %	17.8	17.9	18.9	18.7	19.6	20.0	19.7	19.9	18.8	18.0	18.3
CO %	24.7	23.8	23.1	23.2	22.8	22.4	22.6	22.5	22.8	23.6	23.6
H <sub>2</sub> %	3.8	3.9	3.9	3.8	3.3	3.2	3.6	3.3	3.7	2.8	3.7
Slip+Hanging times	0	0	0	2	8	31	22	5	2	0	10
Tuyere Damage "	0	0	0	2	3	6	1	1	0	3	2

Table 4. Comparison of coke consumption.

Item	A Pellet 80%	B Sinter 80%	Difference A-B	Effect to coke rate	Diference of Coke rate
Utilization of CO. %	45.8	43.0	2.8	6.50 kg/%	(-)18.2
Oxygen in burden kg/t	397	381	16	1.18 kg/kg	18.9
Lime stone Consumption kg/t	87	8	79	0.31 "	24.5
Slag volume kg/t	204	328	(-)124	0.30 "	(-)37.2
Moisture g/m <sup>3</sup>	42.1	20.3	21.8	0.60 kg/g	13.1
Blast temperature °C	939	996	(-) 57	(-)0.16kg/°C	9.1
Heavy oil l/t	248	37.4	(-) 12.6	(-)1.20 kg/l	15.1
Total					25.3
Coke rate of operation results	508	481	—	—	27.0

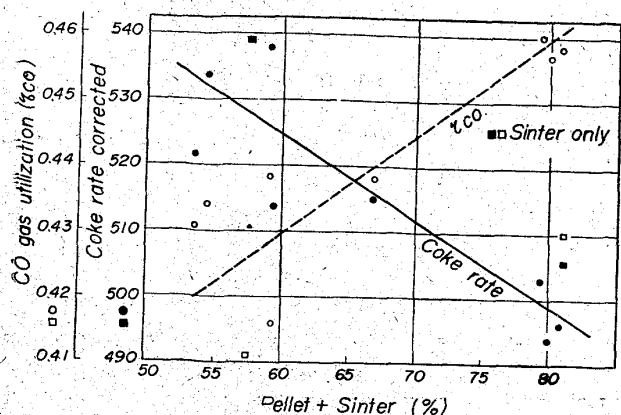


Fig. 1. Variation of  $\eta_{CO}$  and coke rate.

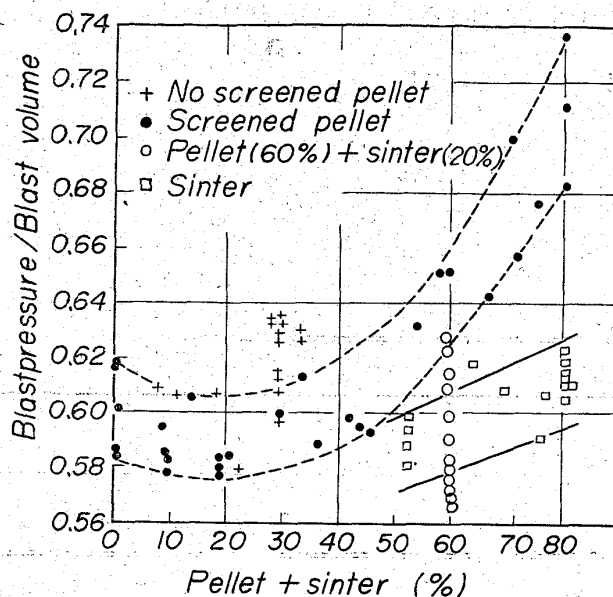


Fig. 3. Variation of blast pressure/blast volume.

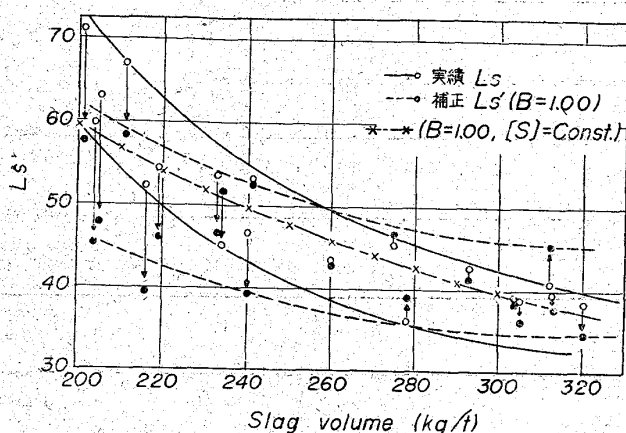


Fig. 2. Relation between  $L_s$  and slag volume.

に増加させたところ通気性が悪化し送風量は大中に低下し、羽口破損が多発した。そのためペレット 60%、焼結鉄 20% にしたところ炉況は良好となり、生産性、コークス比とも良好な成績をえた。焼結 80% では通気性にはほとんど問題はなかつたが、羽口破損が 3 回起り実績出銑量の減少がみられた。Table 3 に操業結果を示す。

4. 結果の考察

4.1 生産性について

ペレット 80%、焼結 80% の時程度の差はあるが炉況

は不安定となつた。しかし装入物の変更量をこきぎみにすれば炉況は安定するものと考えられ、後述するように補正コークス比にはほとんど差はなく同等の生産性が期待できると考えられる。

4.2 コークス比について

Fig. 1 にペレット+焼結使用%と CO ガス利用率および補正コークス比との関係を示す。補正コークス比は、実績コークス比を重油、送風温度、送風湿度で補正したもので、ペレットの強度や装入分布などが今後改善されれば操業上焼結鉄との差はないものと考えられる。ソリューションレートに基くコークス比の算出式<sup>2)</sup>にて CO ガス利用率を検討すれば、ペレットは結合酸素量が多く、Fig. 1 に示す程度の上昇ではコークス比にはひびかない。

コークス比の差異の内容を検討すれば Table 4 のようになり、鉄滓量の差によるコークス比の低下が大きいようである。

4.3 低造滓量の溶鉄 [S] への影響

脱硫に関する操業実績を Table 5 に示す。

Table 5. Desulphurization data.

Pellet rate %	0	10	15	30	30	40	50	60	70	80	70	60	50	40	20
Input S. kg/t	3975	3971	3875	3981	4321	3935	3775	3585	4032	3660	3633	3683	3701	3897	4111
Slag volume kg/t	320	305	305	278	293	260	240	216	233	201	211	234	248	275	312
[Si] content in metal %	0.49	0.53	0.58	0.50	0.49	0.48	0.40	0.43	0.52	0.53	0.49	0.52	0.57	0.57	0.53
[S] content in metal %	0.030	0.031	0.031	0.036	0.032	0.032	0.031	0.029	0.030	0.024	0.032	0.025	0.025	0.029	0.030
Slag basicity -	1.30	1.29	1.26	1.27	1.32	1.29	1.30	1.36	1.31	1.31	1.32	1.28	1.28	1.29	1.28
(Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) %	14.20	15.03	16.29	15.56	15.13	15.23	13.56	13.67	14.05	14.17	14.57	15.22	14.94	15.35	16.02
(MgO) %	6.09	6.34	5.51	6.07	5.73	5.85	6.18	6.25	6.32	6.41	6.59	6.11	6.46	5.88	6.04
CaO+MgO/SiO <sub>2</sub> +Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -	1.03	1.02	0.95	0.98	1.01	1.00	1.05	1.08	1.09	1.06	1.04	0.99	1.01	0.99	0.92
(S) content in Slag	0.899	1.100	1.055	1.041	0.980	1.032	1.370	1.308	1.490	1.253	1.215	1.191	0.870	1.070	1.008
Desulphurization rate %	92.5	92.2	92.0	91.0	92.6	91.9	91.8	91.9	92.6	93.4	93.4	91.3	93.2	92.6	92.7
(S)*/[S]	38.2	38.7	37.7	36.2	42.6	43.4	46.6	52.1	53.4	70.9	67.0	44.9	55.6	45.2	40.7

$$* (S) = \frac{\text{input S} - [S] \cdot 1000/100}{\text{Slag volume}} \times 100 (\%)$$

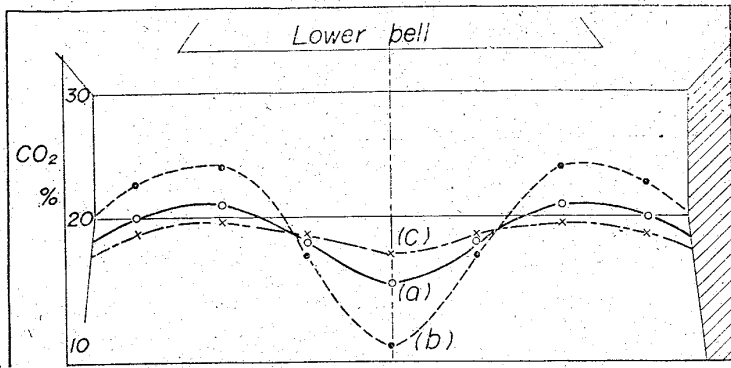


Fig. 4. CO<sub>2</sub> distribution of top gas.

Table 6. Data of CO<sub>2</sub> distribution.

Burden	(a) Pellet 20~60% Sinter 40~10%	(b) Pellet 80~20% Sinter 0~40%	(c) Sinter 80%
Charging schedule	OCCC	CCOO	OCCC
Charging level (m)	0.3	2.0	1.5
Cokebase (t)	10	10	9
Ore/Coke	2825	2974	3361

ペレット 80% の時造滓量は約 201 kg/t となつたが、塩基度を上昇させることにより問題はほとんどなかつた。

もし塩基度を一定にしていたらどうなるかについて、全国高炉の実績値より求めた脱硫の数式モデル<sup>3)</sup>によつて検討した。

$$(S)/[S] = CaO \cdot f \dots\dots\dots (1)$$

$$Inf = 0.428[Si] - 0.119(SiO_2) - 0.104(Al_2O_3) + 0.035(MgO) - 0.0010(V_S) + 0.053(T_S) + 5.085$$

(1)式で本試験と東田第5高炉のデータを塩基度(CaO+MgO/SiO<sub>2</sub>+Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)=1.00に補正する。補正の基準値はデータの平均的な値から、T<sub>S</sub>=4.00, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>=16.0, Si=0.50, MgO=6.0, V<sub>S</sub>=300とし(1)式より求まる分配をd<sub>1</sub>とする。さらに実績塩基度によるd<sub>1</sub>の変化を調べるため、(1)式に実績値を代入して計算した結果をb<sub>1</sub>で示す。操業データの分配率をb<sub>0</sub>とし補正分配率L<sub>S</sub>'をとすれば、

$$L_S' = b_0 \times d_1 / b_1$$

補正分配率と造滓量との関係を Fig. 2 に示す。造滓量低下とともに分配率は上昇するようである。

4.4 通気性について

4.4.1 風圧/風量

ペレット使用割合を増加していつた時の風圧/風量の推移は Fig. 3 のようである。風圧/風量の上昇がペレットの品質によるのかどうかは明らかでない。

4.4.2 炉頂ガス分布について

炉頂ガス CO<sub>2</sub>% と装入条件との関係を Fig. 4, Table 6 に示す。

ペレット使用割合を 20~60% と増加させた時、炉頂ガス CO<sub>2</sub>% は分布 (a) のように外部操業と思われる傾向が現われ、通気性不良、羽口破損があつたため装入方

法、装入レベルを変更したところ、炉頂ガス CO<sub>2</sub>% は中心部が低下し内部操業の傾向に変わった。焼結 80% 使用とともに鉱石サージホッパーの能力の関係からコークスペースを 10 t より 9 t に変え再び装入方法、装入レベルを変更したが、炉頂ガスは (C) のように中心部と外部の差は少ない型となつた。

5. 結 言

戸畑 2 BF にてペレットおよび焼結を多量使用した結果

- 1) ペレットを大型高炉で多量使用するためには粉率の少ない強度の高い物理的性状が要求され、この保障があれば生産性コークス比におよぼす影響はペレットと焼結の差はないと考えられる。
- 2) ペレットは焼結と比較して、その化学成分より P, Cu, Ti の低い銑鉄を製造できる。脱硫性についてはペレット多量使用時、低造滓量となるが特に問題はない。
- 3) 篩分けペレットの粒度構成は焼結に比較して粒度範囲が狭く、一般に焼結より良好な通気性を持つと考えられているが、今回の試験ではむしろ風圧/風量は焼結鉱の場合の方が低く空隙率も焼結鉱の方が高い。
- 4) ペレットを使用開始したところ外部操業の傾向が現われたが、装入方法の変更によりその影響を消すことができた。

文 献

- 1) 白石, 他: 鉄と鋼, 51 (1965) 4, p. 600
- 2) 本田, 他: 鉄と鋼, 50 (1964) 14, p. 1607
- 3) 本田, 他: 鉄と鋼, 51 (1965) 4, p. 700

(6) 水江第 1 高炉における高生産性操業について

日本鋼管, 水江製鉄所

松本利夫・堀江重栄・八浪一温  
○飯塚元彦・深谷一夫

High Productivity Operations of the No. 1 Blast Furnace of Mizue Iron Works.

Toshio MATUMOTO, Shigeyoshi HORIE,  
Kazuharu YATSUNAMI, Motohiko IZUKA  
and Kazuo FUKAYA.

1. 緒 言

日本鋼管では過去数年にわたつて、高炉装入物の予備処理の強化により、出銑量の向上とコークス比低減に努めてきた。この努力の成果は 37 年に稼動した水江製鉄所の第 1 高炉(内容積 1709m<sup>3</sup>)の成績をもつて明らかにすることができる。

当高炉の最近の操業実績は Table 1 に示すときもので、昨年度の総出銑量は 1164446T であつた。最近では 3500 t/day を上廻る出銑量と 510~520 kg/t-pig の燃料比との好成績を維持している。

この好成績に寄与しているものには種々の要因が考えられるが、以下にこの概況を報告する。