

15min, 歩留 50~60%, 生産率 1.0~1.5 t/m²/hr, 落下強度約 80% で, 鉄鉱石の焼結に比してそんな色ない焼結性を示した.

(3) マンガン焼結鉱の Mn の形態はほとんど Mn₃O₄ の形で存在していた. 被還元性は鉄鉱石の焼結鉱とあまり差がなく, 石灰石 10% 配合で還元率 45~50% (還元時間 120min) であった.

(4) マンガン鉱石も鉄鉱石と同様に, 銘柄によつて焼結性は異なり, ソ連マンガン鉱石の焼結性が最も良好で豪州, 印度, 内地マンガンの順に焼結性は低下した.

(5) マンガン鉱石を焼結する場合の排風機能力は, 負圧 1000mmAq, 風量 80~90m³/min/m²が適当と考えられる.

文 献

- 1) 国井, 垣内, 西田: 鉄と鋼, 47 (1961) p. 249
- 2) 安達, 小山: 鉄と鋼, 47 (1961) p. 1304
- 3) 渡辺: 釜石製鉄所研究報告. 148, 195, 196, 200, 272, 331

622.785.5:658.532

(11) 洞岡焼結工場における最近の操業解析

八幡製鉄所 若山昌三
長尾由一・梅津善徳

Statistic Analyses on Recent Operation at Kukioka Sintering Plant.

Shozo WAKAYAMA, Yoshikazu NAGAO and Yoshinori UMEZU.

1. 緒 言

洞岡DL焼結工場における最近の操業実績について, とくに, 生産量 (t/hr) と塩基度に関するデータをとりにあげ, 統計解析を行なった.

まず生産量と諸要因間の重回帰式を得て, 当工場における操業内容の総合的な把握をした. さらに塩基度の変動を検討してコログラムを描き, 塩基度管理のための適切なサンプリング, および分析頻度を決定することができた. 以下これらの結果について報告する.

2. 重回帰分析

2.1 検討手順

データの採取期間は 1964 年 6 月~同年 8 月までの 3 カ月で, 統計量として不適当なものは除外した. データ数は 64 組である.

操業条件のうち装入層厚は 330~340mm, 塩基度目標は 1.30±0.1 から 1.40±0.1 までかえたが一般に操業は従来どおりに正常に行なわれ, 必要に応じてアクションがとられた. なお当期間中の生産量の平均は 3777.6t/day, 標準偏差は 223.2 であった.

データの対象項目は次に示すとおりである.

特性値として	生産量	(t/hr)
要因として	SiO ₂ **	(%)
	CaO/SiO ₂	(-)
	CaO+SiO ₂	(%)
	-125μ	(%)
	+5mm	(%)
	5~1mm	(%)
	FeO	(%)
	水分	(%)
	C***	(%)
	コークス平均粒度	(mm)
	装入層厚	(mm)
	返鉱	(%)

* 生産量は成品中の -5mm を返鉱とみなし, 返鉱中の +5mm を成品と考えた修正生産量である.

** 各要因は, 装入層厚を除いて, すべて焼結配合原料中の値である.

*** 配合原料中の C (カーボン) % はコークス使用%

Table 1. Results of multiple regression analyses on sinter products.

Variables in sinter mix	Correlation coefficients	Partial correlation coefficients	Mean values	Standard deviations	Partial regression coefficients	Normalized coefficients
SiO ₂ (%)	-0.035	0.227	5.60	0.339	+8.86	0.32
CaO/SiO ₂ (-)	0.588**	0.450**	1.33	0.071	+60.06**	0.46
CaO+SiO ₂ (%)	0.219*	-0.261*	12.98	0.716	-4.97	-0.38
-125μ fraction (%)	-0.610**	-0.429**	8.54	1.661	-2.29**	-0.41
+5 mm fraction (%)	0.474**	0.194	20.23	2.741	+0.52	0.15
-5+1 mm fraction (%)	0.420**	0.136	44.39	1.993	+0.45	0.09
FeO (%)	-0.228*	-0.113	13.83	1.516	-0.43	-0.07
Moisture (%)	-0.249**	-0.116	7.33	0.369	-2.11	-0.08
Carbon (%)	0.450**	0.317*	2.48	0.191	+11.06*	0.23
Coke mean size (mm)	-0.131	-0.058	1.01	0.086	-3.64	-0.03
Bed depth (mm)	0.463	0.170	336.30	7.603	+0.14	0.11
Return fine (%)	0.029	-0.237	30.65	3.162	-0.50	-0.11
Multiple correlation coefficient	0.853					
Coefficient of determination	72.80%					
Constant (t/hr)					+48.72	

Level of significance; **99%

Table 2. Analysis of variance on regression line.

Variables	S. s.	D. f.	M. s.	F value
Regression	4012	12	334.3	11.38**
Error term	1499	51	29.4	
Total	5511	63		

Level of significance ***99%

に固定炭素%を乗じて算出した。

上記データ (64×13個) を「IBM 7074」にかけて特性値と各要因間の重回帰式を得た。その結果を Table 1 に示した。

2.2 解析結果の検討

生産量と名要因との重回帰式は Table 1 に示す通りであるが、有意な偏回帰係数をもつ要因は塩基度、 $-125\mu\%$ 、および C% である。他の要因の係数は有意ではないが Table 2 の分散分析表に示すとおり回帰式全体が高度に有意であるからこの式をもとにして生産性と諸要因との関係を論ずることができる。

重回帰式によれば、配合原料中の $-125\mu\%$ が 1% 増加すれば約 65 t/day の減産になることが推察され、この数値は従来の実操業の経験とよく一致する。また当式から計算すると塩基度がたとえば 1.30 から 1.40 へ上昇すると約 140 t/day の増産になるが当時の原料事情から、この結果には多少疑問もある。しかし高塩基度操業が一応生産性に有利であることは十分うかがえる。さらに C% が 0.1% 増加すると生産量は約 26 t/day の増産になり、これは従来当工場の経験には反しているが C% に対する生産量 y の微係数 dy/dc がこの期間中プラスの領域であつたことを意味するものである。他の要因については有意ではないので定量的には論ずることはできないが 1963 年に行なつた重回帰分析の結果と比べると粒度に関する要因の係数は一定の符号をもつていて変わらないが SiO_2 、 FeO 、C の各回帰係数の符号が逆転していることがわかつた。さらに Table 1 でみても粒度に関する要因の係数の符号と絶対値は、それぞれの統計的係数の間で同じ傾向を示しているにもかかわらず、 $(CaO+SiO_2)\%$ の係数は単相関係数と偏相関係数のあいだで共に有意でありながら、その符号が逆である。これらのことから焼結鉱の生産性は配合原料の粒度構成には一定方向の大きな影響を受けるが化学成分には一定方

向の影響を受けてはいないと云えよう。しかしこのことは Table 1 の最右列に示してある基準化変動係数からもわかるように、化学成分の効果が小さいというのではなく、これらの要因がおおきな交互作用因子の一つであると考えたほうが無理がないようである。

3. 時系列解析による塩基度変動の検討

塩基度の変動については上記データの一部分と 1964 年 2 月に行なつた 2 日間わたる 10min 間々隔のサンプリングおよび 30min 間々隔の塩基度分析のデータを「CAB500」にかけて時系列解析を行ない、コレログラムによつて検討した。Fig. 1 は 10min 間々隔の塩基度分析値の時系列であり、Fig. 2 は時間々隔 30min, 1 hr 4hr および 8hr のコレログラムを示してある。30min 間隔のものは、いわゆる持続型のコレログラムであつて 30min 間を単位として見た場合、塩基度に強く影響を与える要因の週期が非常に大きいことを示している。1 hr 間隔のものも、やはり持続型である。4 hr および 8 hr 間隔のコレログラムは急速に零に収斂する傾向を示しているのが特徴である。このように速く零に収斂するのは 4 hr, 8 hr を単位としてみたとき、塩基度に強い効果を与える要因の週期が、それより小さいかあるいは塩基度に特に強く影響を与える要因がなく工程がよく管理されていて、近隣データがおたがいに独立に近い状態にあるからであろう。この 4 個のコレログラムから塩基度に強く影響を与える要因の週期が明確にはわからないが 1~4 hr の間にあることが推測される。

4. 解析結果の応用

4.1 塩基度管理

週期的に動く要因によつて変動を受ける工程を管理するには、少なくともそれらの周期より短い時間々隔でアクションをしてやらなければならない。当工場では焼結鉱塩基度を現在、目標値 ± 0.10 で管理しているが不合格率は約 17% である。これをほとんど零になるように管理するには、先の考察から塩基度の分析頻度を少なくとも 4 hr に 1 回までもつて行き、かつ、サンプリング頻度も上げてやらなければならない。当工場の工程能力 σ_p は Table 1 より 0.071 であり、現在、塩基度管理限界が ± 0.10 であるから 4 hr に 1 回の分析頻度で塩基度が目標値 ± 0.099 に収まる確率を計算すると次のようになる。ただし、サンプリング頻度は 1964 年 2 月に求められた 30min 間内のサンプリングによるバラツキ $\sigma_b=0.13$ の値によつて算出した。

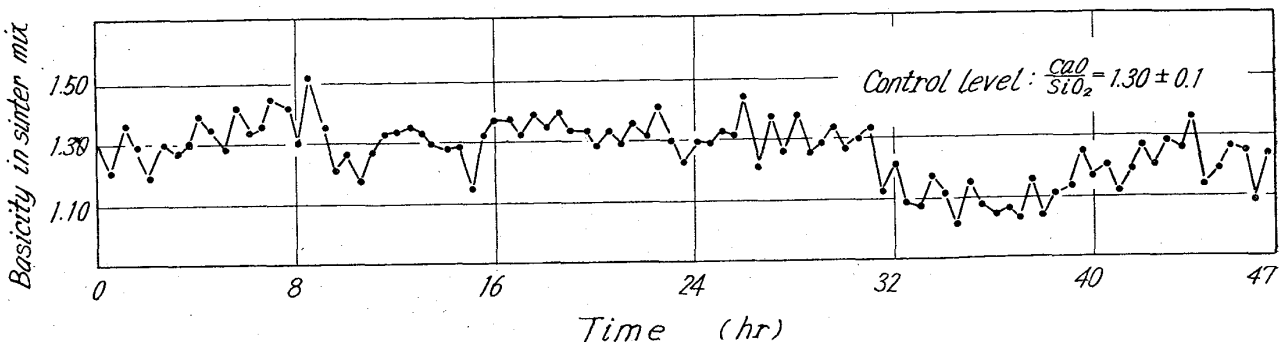


Fig. 1. Variation in basicity of sinter mix.

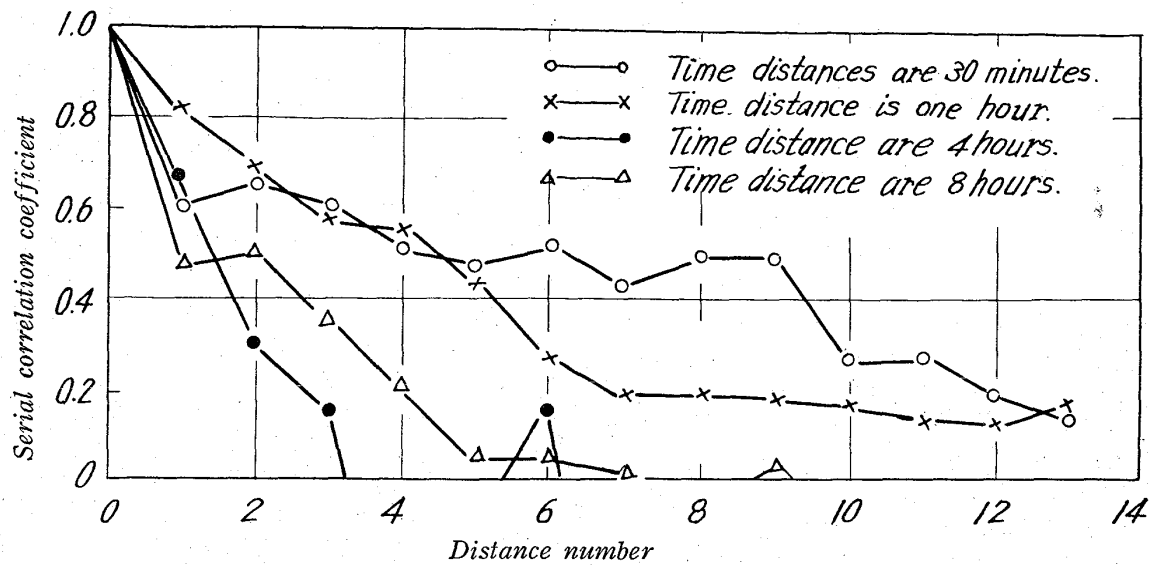


Fig. 2. Autocorrelation coefficient vs. time distance.

	新しい工程	現在の工程
工程能力 σ_p :	0.033	0.071
合格率:	99.3%	83.4%
サンプリング頻度:	15minに1回	4hrに1回
分析頻度:	4hrに1回	8hrに1回
アクション頻度:	15~16回/月	5~6回/月

この結果から当工場では新しい分析頻度を採用することにした。

4.2 生産管理

今回得られた重回帰式を1964年9月実績についてチェックしたところ、重回帰式による推定値と実績値との間には約20 t/hrの差があつた。生産量の当期間中の標準偏差からみると、20 t/hrも変動する確率は0.08と極めて小さいはずであるが、予想に反した結果になつたのは解析の際、要因の選択に不十分なところがあつたためであろう。例えば今回の解析には鉄石中の結合水は要因として考慮しなかつたが一般に焼結性の悪いといわれている Goa, Pontian, Temangan, Kedah などの鉄石に共通している点は Al_2O_3 と結合水が高いことである。 Al_2O_3 の生産性に与える効果は過去の解析の結果有意にはなっていないので、結合水が生産性にかなり大きい影響を与えるという可能性は十分考えられることである。従つて次回からの操業解析には結合水の影響も調査の対象にして行きたいと考えている。こうして要因選択に何回かの試行錯誤を重ね、やがては精度のよい重回帰式が決定されるはずである。この段階に到つて、焼結操業はコンピューターコントロールが可能になり、最大の生産量、最良の品質を最低のコストで確保できるようになるであろう。

5. 結 言

洞岡DL焼結工場の最近の操業について統計解析を行ない検討した結果要約すると次のごとくである。

1. 配合原料中の -125μ 粒子の生産性に与える影響はとくに大きく、 -125μ が1%増加すると、生産性は約0.02 t/hr \cdot m²減ずる。また限られた期間中ではあつたが、高塩基度操業は生産性に有利であつた。

2. 焼結配合原料中の要因のうち、化学的要因は交互作用もまじえた複雑な効果によつて、また物理的要因は一定方向への定常的な効果によつて、それぞれ、生産量の変動に寄与しているようである。

3. コレログラムによつて塩基度の変動週期を推定し新しい塩基度管理基準を確立した。

4. 重回帰式の精度を向上させるには、とりあえず結合水の影響を調査して行かなければならない。

622.341.1:536.21,022

(12) 鉄鉱石の熱伝導率について

八幡製鉄所

工博 石光章利・菅原欣一・平戸正男

On Thermal Conductivity of Iron Ore.

Dr. Akitoshi ISHIMITSU, Kimichi SUGAHARA
and Masao HIRATO.

1. 緒 言

最近、溶鉄炉内反応および焼結過程の物理的解析が進むにつれて、鉄石の熱伝導率、比熱などの物理的基礎数値の要求されることが多くなつた。しかも、こうした鉄石の基礎的な物理性測定の報告例は極めて少なく、これらの数値を必要とする場合には構成鉄物の値から推定するのが普通である。

本報は上記諸反応解析上の資料とする目的で、実際に溶鉄炉に使用されている塊状鉄鉱石および焼結原料となる粉鉄石とについて熱伝導率の測定を行なつた結果である。

2. 試 料

実際に使用した鉄石は現場使用の鉄石のうちから、塊鉄石として、ケボン、ゴア、インド、シブゲイ、チャー、ポンチヤンの6銘柄を、粉鉄石としてロンピン粉、硫酸滓の2銘柄を使用して測定を行なつた。

試料の化学分析値を Table 1に、顕微鏡組織写真を Photo. 1に示す。