

Fig. 3. Change of blast volume through the steam-added tuyere.

気を添加すると、いずれの場合にも最初は風量の増加が認められるが、その後次第に減少し、その結果、添加後の羽口流量は添加前に較べてほとんど増加は認められなかった。このことから添加時間を考慮すれば、あるいは効果のある方法かも知れぬが、それほど有効な方法であるとは考えられない。

#### (4) 酸素富化操作の場合の羽口衝風流量の変化

第5高炉で富酸素操作試験を実施したので、その際の各羽口の流量を測定した。Fig. 4はその測定結果である。普通操作から酸素富化の度が増すにつれて各羽口の衝風分布は次第に均一になって来るが(10, 15m³/mn), さらに酸素富化の度が増すと(17m³/mn), また分布が乱れて来るのが認められた。

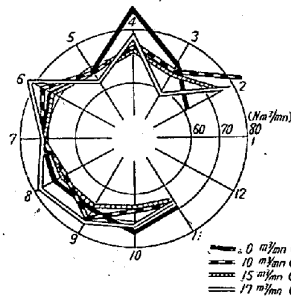


Fig. 4. Change of blast volume during oxygen-enriched blast operation.

#### IV. 結 言

ピトー管による羽口流量測定および衝風分布調整試験を行ない、つぎの結論を得た。

(1) 羽口支元管弁の調節による羽口流量調整は非常に有効な方法で、羽口衝風分布をかなり均一にする。

(2) 通風状態の不良な羽口に撰択的に酸素を吹込むことにより、羽口流量がかなり増加するのが認められた。この酸素吹込みは支元管弁の調節によっても全く風量の増加が認められなかった羽口の流通を良好ならしめる非常に有効な方法である。

(3) 水蒸気吹込みによる羽口流量調整法を検討した所、最初は羽口流量が増加するが、その後減少する傾向を示し、あまり有効な方法とは思われない。

(4) 富酸素操作時における羽口衝風分布は酸素富化の度が増すにつれ均一になるが、ある程度以上ではまた乱れて来るのが確認された。

### (8) 理論燃焼温度と各操業要因との関係について

八幡製鉄所製鉄部

加藤 孝五・○橋本 信  
守 圭介・村井 良行

#### On the Influences of Theoretical Combustion Temperature upon Operating Conditions.

Kogo Kato, Shin Hashimoto,  
Keisuke Mori and Yoshiyuki Murai.

#### I. 緒 言

高炉の羽口前理論燃焼温度を調べ、操業に役立てるべく、過去のデータの検討を行なった結果を報告する。今回は検討の第一段階として過去約1年間の旬平均データから各炉の理論燃焼温度を求め、これと各操業要因との関係を統計的方法により調査し、また最近約2カ月間の日ごとのデータも調べた。

#### II. 羽口前理論燃焼温度の算出

高炉の羽口前燃焼帯の温度はコークス中炭素の燃焼による発熱と、各種の反応による吸熱との関係において定まる。それゆえ羽口前燃焼帯の温度はコークスの性状、送風の温度と水蒸気量の外に羽口前に降りてくる未溶解物質の量によっても変動する。しかしながら今回は羽口前で純粋な炭素が燃焼するものとしてつぎの式により求めた値をもつて羽口前理論燃焼温度とした。

$$T = (A + Q + J + I) / V \times h \dots\dots\dots (1)$$

ここに T: 羽口前理論燃焼温度

A: CのCOへの燃焼による発熱

Q: 水性ガス反応による吸熱

J: 送風の顕熱

I: コークスの顕熱

V: 燃焼生成ガス量

h: 燃焼生成ガスの比熱

実際計算にあたっては燃焼帯に入るコークスは理論燃焼温度の75%の温度に予熱されていることを前提として、送風温度、送風湿度の各水準について(1)式を解き、Fig. 1に示す図表を作成使用した。

#### III. 予 備 的 考 察

理論燃焼温度は羽口前燃焼帯におけるボッシュガスの温度であるが、これは炉床部の温度を知る目安となるものである。炉床温度はSi, Mnその他の合金元素の還元脱流反応の進行状況を左右するのみでなく、羽口前燃焼帯の形状にも強い影響を与え、炉況を直接に左右する

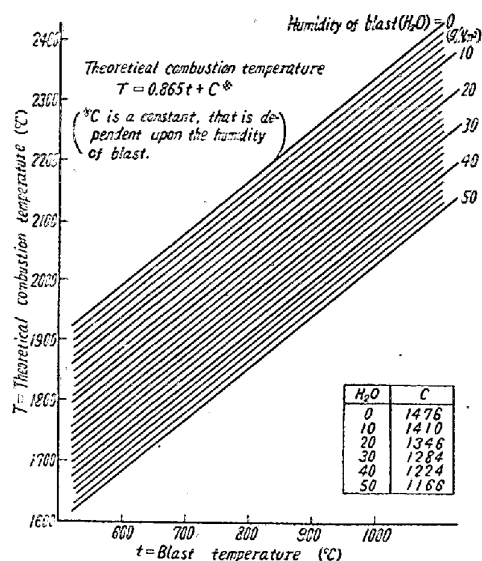


Fig. 1. Diagram for the calculation of theoretical combustion temperature.

ものである。それゆえ、理論燃焼温度と銑鉄成分、炉況などとの間には密接な関係があるはずであり、この点についての研究は数多く見られる。

現在の高炉操業においては炉床温度は荷の重さと送風温度、送風湿度などにより調整しており、調整の目安としては銑鉄成分、風圧、棚スリップの頻度などを用いている。

また焼結銑を多量に使用した場合には理論燃焼温度が変化することも考えられ、また炉ごとに最適の理論燃焼温度があることも考えられる。

上記の考察にしたがって各炉ごとの理論燃焼温度を調べ、これと風圧、銑中 Si%, 棚スリップ回数、焼結銑使用割合との関係を調べた。

#### IV. 調査結果の概要

1) 旬別データについて

a) 各炉ごとの理論燃焼温度について Table 1 よ

Table 1. Theoretical combustion temperatures of Higashida B. F.

	No. 3 B. F.	No. 4 B. F.	No. 5 B. F.	No. 6 B. F.
Date of blowing-in	April-1-'55	March-10-'56	June-27-'56	Dec. -14-'51
Period investigated	Dec. '59~Oct. '60	Dec. '59~Oct. '60	Dec. '59~Sept. '60	Dec. '59~Oct. '60
Quality of iron produced	O. H. Metal	Foundry Iron & O. H. Metal	O. H. Metal	O. H. Metal
Production during the period (t/d)	641	549	739	619
Productivity (t/d/m <sup>3</sup> )	1.237	1.072	1.144	0.952
Coke rate (kg/t)	605	717	603	622
Theoretical comb. temp. (°C)	1960~2100	2020~2200	1840~1960	1960~2080

Table 2. Relation between theoretical combustion temperatures and operating data I.

	No. 3 B. F.	No. 4 B. F.	No. 5 B. F.	No. 6 B. F.
Theoretical comb. temp. $\bar{T}$ (°C)	$\bar{T}=2030$ $\sigma=36$	$\bar{T}=2110$ $\sigma=45$	$\bar{T}=1900$ $\sigma=30$	$\bar{T}=2020$ $\sigma=29$
Blast pressure $\bar{P}$ (g/cm <sup>2</sup> )	$\bar{P}=728$ $\sigma=42$	$\bar{P}=685$ $\sigma=32$	$\bar{P}=757$ $\sigma=37$	$\bar{P}=831$ $\sigma=35$
Coefficient of correlation	0.469**	0.253	0.428*	0.025
Regression equation	$P=0.548T-385$	—	$P=0.533T-255$	—
Hangs and slips $\bar{H}^*$ (times/day)	$\bar{H}=5.02$ $\sigma=2.12$	$\bar{H}=5.92$ $\sigma=2.64$	$\bar{H}=6.10$ $\sigma=3.94$	$\bar{H}=1.10$ $\sigma=1.10$
Coefficient of correlation	0.159	0.026	0.340	0.135
Si-content of metallic Si (%)	$\bar{Si}=0.612$ $\sigma=0.045$	$\bar{Si}=1.801$ $\sigma=0.550$	$\bar{Si}=0.664$ $\sigma=0.054$	$\bar{Si}=0.667$ $\sigma=0.061$
Coefficient of correlation	0.009	0.139	0.088	-0.411*
Regression equation	—	—	—	$Si=2.41-0.00086T$
%-Sinter in burden $\bar{S}$ (%)	$\bar{S}=41.7$ $\sigma=5.8$	$\bar{S}=38.3$ $\sigma=10.6$	$\bar{S}=42.6$ $\sigma=18.1$	$\bar{S}=34.4$ $\sigma=64$
Coefficient of correlation	0.326	0.087	0.038	0.096

\* {(No. of hangs)×3+No. of slips}/(No. of days).

Table 3. Relation between theoretical combustion temperatures and operating data II.

	No. 4 B. F.	No. 5 B. F.
Blast pressure P (g/cm <sup>2</sup> )	$\bar{P}=69\%$ $\sigma=43$	$\bar{P}=665$ $\sigma=70$
Coefficient of correlation	0.595**	0.767**
Regression equation	$P=-0.513T+1771$	$P=1.163x-1527$
Hangs and slips H* (times/day)	$\bar{H}=5.53$ $\sigma=4.9$	$\bar{H}=14.2$ $\sigma=9.7$
Coefficient of correlation	0.405**	0.125
Regression equation	$H=0.0407-79.8$	—
Si-content of metallic Si (%)	$\bar{Si}=1.19$ $\sigma=0.75$	$\bar{Si}=1.31$ $\sigma=0.57$
Coefficient of correlation	0.629**	-0.287*
Regression equation	$Si=0.00956x-18.8$	—

\*  $\{(\text{No. of hangs}) \times 3 + \text{No. of slips}\} / (\text{No. of days})$ .

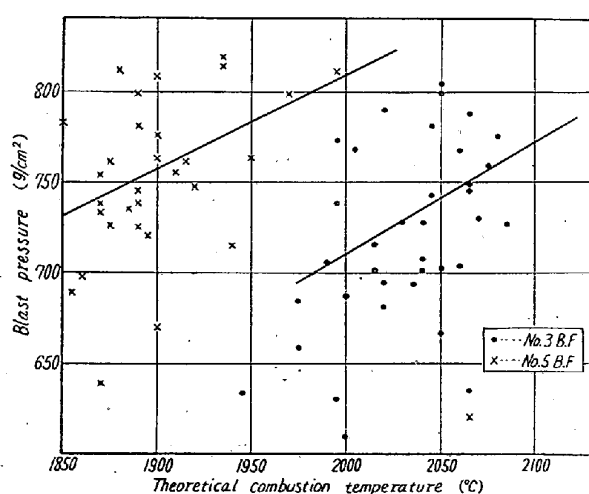


Fig. 2. Relation between theoretical combustion temperature and blast pressure.

り明らかなごとく、各高炉には特有の理論燃焼温度がある。No. 4 B. F. の理論燃焼温度が高いのは鋳物鉄を吹製していたことと関係があると思われる。No. 5 B. F. の理論燃焼温度が低いのは低風温操業を行なったためである。

#### b) 理論燃焼温度と各操業要因との関係

Table 2 より明らかなごとく、No. 3, No. 5 B. F. では理論燃焼温度と風圧の間に正相関が見られるがこれは燃焼帯の形状の変化によるものと思われる (Fig. 2 参照)。Si% と理論燃焼温度との間には相関が見られず、

No. 6 B. F. では負の相関が表われているが (Fig. 3), これは他の要因の影響

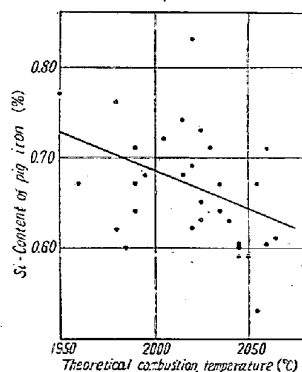


Fig. 3. Relation between theoretical combustion temperature and Si-content of pig iron (No. 6 B.F.).

響と思われる。

棚スリップと理論燃焼温度の間に相関関係が見られないのはアクションにより消されているためと思われる。焼結鉱の使用量もこの程度 (30~50%) の変動では強い影響を表わしていない。

#### 2) 日ごとのデータについて

1960 年 9 月 21 日から 11 月 20 日までの No. 4 B. F., No. 5 B. F. の日毎データについての調査結果は Table 3 に示すとおりである。

No. 4 B. F. は 10 月 14 日に鋳物鉄から製鋼鉄に切りかえ、No. 5 B. F. は同日製鋼鉄から鋳物鉄に切りかえた。日毎のデータでは各操業要因と理論燃焼温度との間に一層強い相関関係が見られる。No. 4 B. F. で風圧と理論燃焼温度の間に負の相関関係が見られる (Fig. 4) のは、Si の高い鋳物鉄を吹く際に大巾に減荷していたためと思われる。一般的には理論燃焼温度を上げれば風圧、Si 上昇し、また棚の危険が増加するものと

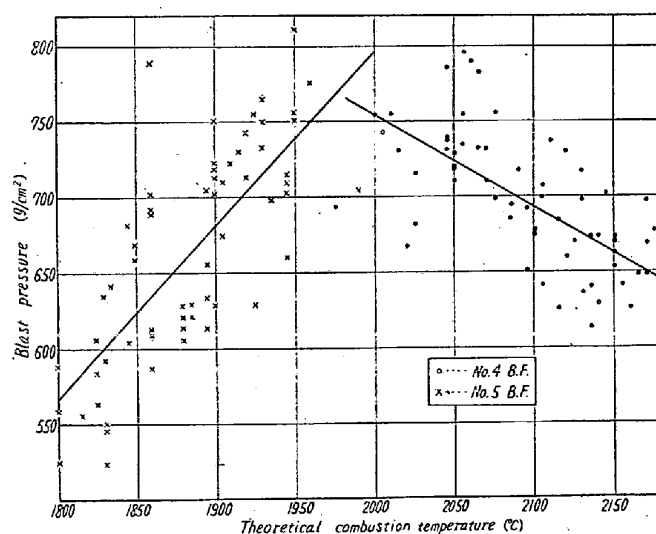


Fig. 4. Relation between theoretical combustion temperature and blast pressure.

考えられる。

## V. 結 言

羽口前理論燃焼温度について研究を行なった結果

- 1) 各炉ごとに特有の理論燃焼温度があること
- 2) 風圧、棚スリップ頻度、銑中 Si% などとは相関関係があること

などが明らかとなつた。

今後はさらに異なつた角度から研究を進めて行く心算である。

## (9) 大阪製鋼第 1 高炉の設備概要

(大阪製鋼第 1 高炉の設備と

操業実績について—I)

大阪製鋼臨時建設部

堺千代次・東方田金男・○平林実三

### Outline of Equipments in No. 1 Blast Furnace of Osaka Steel Mfg. Co.

(On the equipment and operation data in No. 1 blast furnace of Osaka Steel Mfg. Co. — I)

Tiyoji SAKAI, Kaneo Tōhōda  
and Jituzo HIRABAYASHI.

## I. 緒 言

大阪製鋼第一高炉は、昭和 34 年当初より計画し同年 7 月より着工、翌 35 年 4 月 27 日火入れを行なうまで 9 カ月余の短期間に完成し現在後述のごとく好成績にて順調に操業している。本報ではその好成績にコークス比の世界記録達成の裏付けとなるべき諸設備の概要、とくに高炉およびその付帯設備の特性を主体として述べる。

## II. 設 備 の 特 性

本設備は日産 300 t の小型であるが性能がよい。いわゆるトランジスター高炉として、各プラントとも最新式かつ斬新的な設備にしている。とくにつぎの諸点を考慮し設置した。

1) 原料は粉銑を主体として DL 焼結機により自溶性焼結銑を生産し、高炉装入はそれとコークスとに単一化し、わが国初めてのベルトコンベヤー方式およびわが社独特特許申請中の炉頂装入装置により、装入物の粉化を防止し、操業の安定化を計っている。

2) 酸素富化 (最高 7% 添加) および蒸気添加による送風湿分の調整を行ない、かつ高温 (最高 1000°C) 操業を行ない生産性の向上とコストの低下を計っている。

3) 原料処理および輸送設備ならびに、焼結設備を含むすべてのプラントをオートメーションとし輸送の合理化と原料品位の安定化による高炉操業の安定と成品成分の均一化を確保し、かつ作業要員の減少を計っている。

したがって最近の大型高炉に比肩しても、生産性と効率の点において決して優るとも劣らない設備になつている。

## III. 各設備の概要

### 1) 高炉本体

鉄皮式フリースタンディング方式にして炉体上部に通称ソロバン玉と称するふくらみを設け、その最大直径部に伸縮管を入れ炉体の熱膨張が炉頂におよばないようにし、かつふくらみによつて炉頂ガスの流速を下げ、ダストの流出を少なくしている。

炉内有効容積は 326m<sup>3</sup> で湯留部分はカーボン煉瓦を使用し、なおシャフト上部まで合計 672 個の純銅製の密閉強制流水式の冷却盤を挿入し、炉体煉瓦の寿命を長く保たせるようにし、長年月間プロフィールの不変を期している。また全自溶性焼結銑の装入と酸素富化に伴ういろいろな条件により炉頂温度の低下を予想し、従来の公称 300T/D~500T/D の高炉より炉高を約 3 m ほど低くしている。

炉頂圧は 900mmAq 前後の準高圧操業を行ない、装入速度のばらつきを少なくし、その上前述のソロバン玉の効果とともにダストの流出を少なくしている。

### 2) 熱風炉

カウパー式 2 基とし、チェッカー煉瓦は 40mmφ の円穴のいわゆるフライン型を採用し、単位容積当りの伝熱面積を大きくして熱効率を高めている。全伝熱面積は従来のものより出銑量に比し大きく取り 26,000m<sup>2</sup> を有している。そのため燃焼ガスのカロリーが低いにもかかわらず (700 cal/Nm<sup>3</sup> 以下) 1,000°C の高温を送風出来るようにしている。なおまた環状管はとくに内径を大きくして衝風の羽口面における圧力および風量の分布を平均化し、炉況の安定を期している。

制御関係はまず切換は全自動方式を採用し熱風出口温度、廢ガス出口温度などの切換指令を受けて「燃焼」から「休止」、「休止」から「送風」と規則正しくかつ制限開閉器による確認動作方式を採用し確実に切換える。また送風弁の開閉には送風圧力の変化を無くするため別に充圧用ブローを設置し、送風弁開閉前に予め送風圧と同じ炉内圧力にして置くよう考慮している。

自動燃焼制御装置はアスカニヤ油圧式を採用しドーム温度より発信して自動的に燃焼を制御している。