

整粒鉱はもちろん、焼結鉱についても 10mm 以下の粉は除去され、また空冷処理により粉の発生を防止した。また焼結鉱使用率が 80% 以上となつてから  $Al_2O_3$  成分にもよるが、石灰石の分解熱を減ずるため高炉装入石灰石量を 15~20 kg/t-pig となるよう焼結鉱塩基度を調整した。

#### (2) 高温送風

第 2 次改修において熱風通過管の耐熱性が強化され、高温送風を行なうことが容易となつた (11 月中旬 990°C 達成)。

当所の操業データから送風温度 100°C の増加はコークス比 0.020~0.030 低下の効果が認められており、コークス比低下に効果があつたものと考えられる。風圧の変動、降下不調現象がなく一定した最高温度の送風を行ない得たことは完全な鉱石事前処理により炉内反応の変化がきわめて少なく、溶解層の熱バランスが常に安定していたものと思考できる。

#### (3) 低鉱滓比ならびに低塩基度操業

鉱滓塩基度は低目で操業し、鑄物銑吹製時の塩基度は 1.00~1.05 を目標とした。脱硫効果は塩基度よりむしろ溶解温度が強く影響するため鑄物銑吹製時においてはとくに支障があるとは考えられず、かえつて Si の還元を容易にしたものと思われる。低塩基度と関連して低鉱滓比で操業された。操業実績に示したように 300kg/t-pig 以下の鉱滓量で操業されたことが多く、コークス比の低下に寄与したものと思われる。鉱滓量の減少は脱硫反応低下の懸念があるが、溶銑と溶滓間の脱硫反応について還元性も併せ表わされている OELSEN の脱硫指数  $k_{Si-S} = (S) / \{ [Si] \sqrt{[Si]} \}$  を用い、4 月下旬~11 月上旬 (普通銑吹製時は除く) の旬間平均値から、鉱滓量とコークス比による影響を求め 95% の信頼度により次の関係が得られた。

$$\text{脱硫指数: } Y = 12.37 - 0.199X_1 + 0.130X_2$$

ただし、 $X_1$ : 鉱滓量 (kg/t-pig)

$X_2$ : コークス量 (kg/t-pig)

操業された鉱滓量域では鉱滓量の低下は反つて脱硫指数を高め少量の鉱滓が有効に利用されたことが解つた。

以上、コークス比低下の要因について記述したが、Table 2 の間接還元率に示すように概して 60% 付近の還元率であり、コークス比低下のため適切な挙動を示したものである。

#### IV. 結 言

No. 1 高炉、第 3 次吹入とともに高炉原料事前処理の強化のため、鉱石 2 次整粒設備と第 2 焼結工場が完成さ

れた。ここにおいて出銑能力増加とコークス比低下のための操業上、つぎの操業要因につき努力された。

- (1) 自溶性焼結鉱の高率配合
- (2) 装入原料鉱石の整粒
- (3) 高温送風
- (4) 石灰石装入量の節減
- (5) 低鉱滓比と
- (6) 低塩基度鉱滓による精錬

この結果、高炉炉況はきわめて安定し操業上のトラブルは大巾に減じ、鑄物銑吹製時においても操業成績はいちじるしく向上し、コークス比 0.560, 出銑比 1.2 t/m<sup>3</sup> まで達成された。

#### (7) 溶銑炉の各羽口への衝風分配

八幡製鉄所技術研究所 石 光 章 利  
 “ 製銑部 加 藤 孝 五  
 “ 技術研究所

重見彰利・斧 勝也・〇堀尾竹弘

#### Blast Distribution into the Blast Furnace Tuyeres.

Akitoshi ISHIMITSU, Kōgō KATO,  
 Akitoshi SHIGEMI, Katsuya ONO  
 and Takehiro HORIO.

#### I. 緒 言

溶銑炉炉内のガス分布は炉の操業上きわめて重要であつて、これが不均一の場合は片減り、吹抜け、棚吊りなど種々の障害をひき起し、炉壁損耗のため炉の寿命にまで影響をおよぼす。したがつて、炉内のガス分布はできるだけ均一であることが望ましい。炉内のガス分布はいろいろの条件に左右されるが、とくに装入物分布および送風分布の影響が顕著であると考えられる。先に当所洞岡第 2 高炉において、ピトー管による羽口衝風分布測定を行なつたところ、きわめて正確な結果を得ることが出来た。その実験によれば、衝風分配は各羽口ごとにかなり大きい差異があり、通風状態の良好な羽口と不良な羽口とかなり明確に分かれているのが認められた。

そこで今回は酸素吹込みによつて羽口衝風分布を改善することが出来るかどうかを確認すること。また支元管弁の調節および水蒸気吹込みによる影響を検討するため、東田第 4 および第 5 高炉を使用して羽口流量調整試験を行なつた。

#### II. 測定方法

測定装置は Fig. 1 に示す通りである。ピトー管は羽

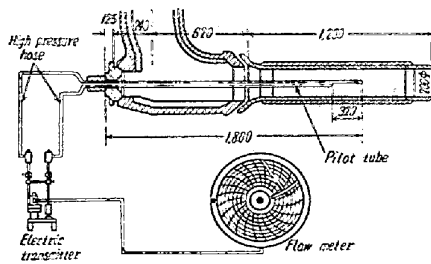


Fig. 1. Apparatus for measurement of blast flow.

口視孔口に細工を施して取り付け、前後の移動および回転が自由に出来るようになっていた。ピトー管先端の位置は予備実験を行ない、流速が安定している適当な所、すなわち羽口視孔口より 170 cm に決定した。

また測定値はピトー管を 0°, 90°, 180°, 270° に回転して測定し、その平均値をとった。そして次式より衝風流速を計算し、全送風量より求めた羽口平均流速にて補正して各羽口内の衝風流量を求めた。

$$V_p = \sqrt{2gh/m}$$

- ただし、 $V_p$ : ピトー管により求める羽口衝風速度 m/s
- $g$ : 重力の加速度 9.8 m/s<sup>2</sup>
- $h$ : ピトー管の差圧 mmH<sub>2</sub>O
- $m$ : 熱風の密度 kg/m<sup>3</sup>

III. 測定結果および考察

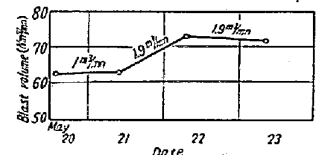
(1) 支元管弁調節による流量調整試験

溶鋸炉羽口の流量を均一にするための手段はいろいろ考えられるが、その一つとしてもつとも簡単に利用出来る手段として、羽口支元管弁の調節による羽口流量調整試験を第 5 高炉で行なった。本法は通風状態のよい羽口の支元管弁を強制的に閉じて風量を制限することにより、通風状態の不良な羽口の風量を増加させようとするものである。まずはじめに全羽口の衝風流量を測定した所、第 1 表に示すように No. 4 および No. 9 羽口が

他に較べて流量の多いのが認められた。そこで No. 4 および No. 9 羽口の支元管弁開度が 40% になるように調節した所、両羽口とも流量のかなりの低下が見られた。Table 1 の左表はこのようにして 1 日のうちにいろいろの羽口の支元管弁を調節して流量測定を行なった結果であり、また右表は調節期間を 1 日単位にしたものである。これから明らかなように支元管弁を調節することにより、衝風分布を次第に均一にすることが出来るのが認められ、非常に有効な調整法であることが判明した。

(2) 酸素吹込みによる流量調整試験

支元管弁の調節によつて各羽口の衝風分配はかなり均一になるのが認められたが、No. 7 羽口は支元管弁調節によつてはほとんど流量増加は認められなかつた。そこでこの No. 7 羽口の視孔口より酸素を吹込み、流量が増加するか否かを調査した。その結果は Fig. 2 に示す通りである。最初 1 m<sup>3</sup>/mn の流量で酸素を吹込んだが、24 時間吹込み後にも



流量の増加は認められなかつた。そのため酸素吹込み量を 1.9 m<sup>3</sup>/mn まで増加させたところ羽口流量の顕著な増加が認められた。このことから通風状態の非常に悪い羽口に酸素を吹込むことにより羽口流量が増加することが確認され、この調整法は非常に有効な方法であると考えられる。

Fig. 2. Change of blast volume through the oxygen-enriched tuyere.

(3) 水蒸気吹込みによる流量調整試験

ついで第 4 高炉において水蒸気吹込みによる羽口流量の変化を検討した。吹込み羽口は衝風流通の悪い No. 9 羽口を選び酸素の場合と同様に視孔口より吹込んだ。その結果を Fig. 3 に示す。これから明らかなように水蒸

Table 1. Distribution of blast flow (Nm<sup>3</sup>/mn/tuyere)

( ) : Opening degree of the goose neck valve (%)

Number of tuyeres	1959				12th ~13th	13th ~14th	14th ~15th	15th ~16th
	May 12th							
	1	2	3	4				
2	66.1	71.2	81.2	80.2	76.9	74.9	73.1	69.8
3	73.6	78.4	79.0(60)	82.5(60)	79.3(60)	74.6(60)	74.6(40)	71.7(40)
4	95.6	76.4(40)	66.8(40)	59.0(40)	57.3(60)	66.3	69.5	68.7
5	64.7	62.7	64.2	70.4	66.8	70.0	72.6	66.2
6	72.5	74.6	74.0	84.2	79.5	70.3	73.3(70)	72.2(70)
7	69.2	64.9	58.2	61.7	64.4	66.6	64.4	62.1
8	62.2	77.1	77.0(50)	80.2(50)	82.2(50)	75.9(40)	66.9(40)	72.2(40)
9	84.8	59.8(40)	74.8	72.8	70.3	69.4	64.7	66.8
10	55.7	78.7	77.9(50)	63.7(50)	68.3(50)	83.0(60)	76.7(60)	71.7(40)
11	67.7	73.8	63.6	56.8	68.8	70.0	74.9	70.0

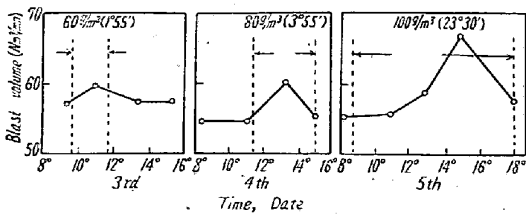


Fig. 3. Change of blast volume through the steam-added tuyere.

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) 酸素富化操業の場合の羽口衝風流量の変化

第5高炉で富酸素操業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。普通操業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。

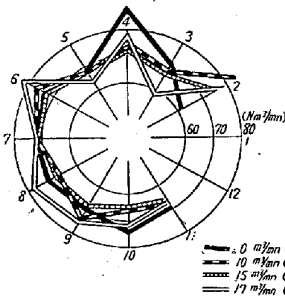


Fig. 4. Change of blast volume during oxygen-enriched blast operation.

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) 富酸素操業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