

(13) ^{669, 162, 267.4, 662, 753.3}
 高炉への重油添加量の限界について

八幡製鉄所, 製鉄部
 嶋田正利・○阿由葉善作・守圭介

On the Limit of Rate of Oil Injection into the Blast Furnace.

^{206~207}
 Masatoshi SHIMADA, Zensaku AYUHA and Keisuke MORI.

I. 緒言

重油添加がコークス比の低下において, 高炉での直接の利益になることは異論がない. そこで重油添加量を規制する因子について, 主に東田第5高炉の重油添加操業結果に基づいて技術的な面から検討する.

II. 東田第5高炉重油添加操業経過

東田第5高炉は内容積 646 m³, 羽口数 12 本で昭和37年3月下旬から重油添加操業を行なっている. 重油ノズルは熱風霧化式である. Table 1 は2月からの操業実績を示す.

1. 重油比とコークス比

Fig. 1 は重油添加期間の重油比とコークス比を示し, 関係式は(1)式のごとくである.

$$CR = 599 - 1.83H \dots\dots\dots (1)$$

CR: コークス比 kg/t, H: 重油比 kg/t

2. コークス比と鉄鉄 t 当り送風量

重油比が増加し, コークス比が低下する時, 一般には送風量が減少する. その関係は(2)式のごとくである.

$$Bv = 647 + 1.63CR \dots\dots\dots (2)$$

Bv: 鉄鉄 t 当り送風量 Nm³/t

これは重油比の増加で鉄鉄 t 当り送風量が減少したこと従つて羽口前熱発生量も減少したことを示す. 実績ではコークス比 600 kg/t で 129 万 kcal/t が, 430 kg/t では 111 万 kcal/t になつた. 羽口前発生熱量は炉床の化学反応および頭・潜熱を与えるために必要で, その減少は当然シャフト部の間接還元を増加を伴うものである.

III. 考察

以上の結果も含めて技術的な検討を行なう.

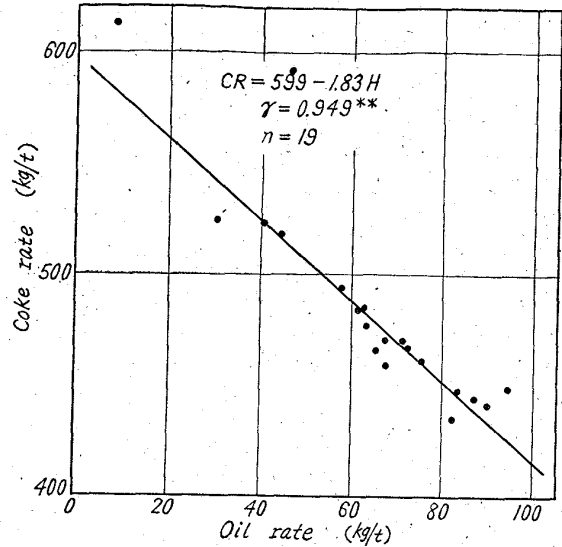


Fig. 1. Effect of oil rate on coke rate. (Higashida No. 5 B. F.)

1. 熱的問題

炉床部では反応が完了するだけの熱量と一定の反応速度を維持するための温度が必要になる. この熱的問題は非常に複雑である. 一般に羽口付近の高温帯では, 輻射伝熱が主体で, 羽口前で一旦発生する CO₂, H₂O が輻射に参与する. 更に重油添加時には高温分解を受けた炭素粒子の輻射も加わる. 輻射熱量は, 羽口前を球面受熱帯とその内部に火えんがある炉と考えれば, 近似的に(3)式により求められる. (3)式で, 高炉羽口付近では一般

$$Q = \epsilon_g \cdot \epsilon_w \cdot C_b \cdot \theta \cdot A \{ (T_g/100)^4 - (T_w/100)^4 \} \dots\dots\dots (3)$$

Q...球面(すなわち燃焼帯側面)受熱量 kcal
 ϵ_g ...火えんのガス黒度, ϵ_w ...受熱面の黒度
 θ ...時間 h, A...受熱面々積 m², T_g...火えん温度 °K, T_w...受熱面温度 °K, C_b...完全黒体の輻射係数 4.88 kcal/m²·h(100°K)⁴

に, ϵ_w は一定と考えられ, ϵ_g は CO₂ および H₂O の分圧, 炭素粒子の量および火えん温度などにより変り, 従つて重油添加時と普通操業時とは異なる. T_g は理

Table 1. Results of operation on Higashida No. 5 blast furnace. (Feb. 1962—Oct. 1962)

Period (1962)	Iron production (t/d)	Coke rate (kg/t)	Heavy oil rate (kg/t)	Metallic charge (kg/t)	Basicity (CaO/SiO ₂)	Si content (%)	Si content (%)	Blast temperature (°C)	Blast humidity (g/Nm ³)	Oxygen enrichment (%)	Top gas (CO ₂ %)	Top gas (CO%)	Top gas (H ₂ %)
Feb.	718	640	—	11.4	1.20	0.66	0.034	757	24.8	—	12.3	28.8	3.8
Mar.	777	613	7.9	17.4	1.30	0.61	0.030	721	29.8	—	14.6	26.7	3.0
Apr.*	724	547	45.0	21.2	1.28	{ S 0.59 F 2.03	{ S 0.031 F 0.022	824	23.8	—	15.3	25.5	3.6
May	707	472	66.8	54.6	1.23	0.56	0.027	861	21.1	—	15.2	25.0	4.2
June	724	476	63.3	58.5	1.31	0.57	0.029	889	20.6	—	15.7	24.6	4.2
July	750	459	80.2	63.5	1.30	0.57	0.027	858	24.6	1.30	16.3	24.6	4.8
Aug.	721	516	39.8	63.4	1.30	0.62	0.029	834	25.2	—	16.2	24.2	3.9
Sept.	734	439	86.2	64.2	1.33	0.54	0.030	849	22.7	1.63	17.1	24.5	5.4
Oct.	716	465	69.4	57.0	1.32	0.64	0.026	897	25.3	—	16.6	23.8	4.9

* S: Steel making iron (1~20 april)

F: Foundry iron (21~30 april)

論燃焼温度に依存する面もあるが、そのものではない。CO₂ および H₂O に完全燃焼した場合 2500°K 以上になる。ここで重油添加時に不完全燃焼があれば著しく低下する。これは重油添加量がある程度に達するとコークスとの代替率が減少する一つの理由であろう。T_w は主に受熱量および降下物の予熱量により決る。

高炉羽口燃焼帯を上記のごとくモデル化して計算した結果羽口前伝熱を考える場合に、炉床温度に対する要素は理論燃焼温度のみでなく、むしろ火えんの黒度、燃焼帯の広さおよび燃焼最高温度**などであることが解る。従つて炉床温度補償を理論燃焼温度にたよることはある程度の危険を含んでいることになる。もし火えん黒度などが重油添加時に上昇して熱放射量が多くなれば、比較的低温のガスが朝顔へ上昇し炉況上極めて有利になる。すなわち、送風温度を上げ羽口前発生熱量を増し代替率の増加が可能になる。しかもその可能性は、現実に十分あると言える。

羽口前の伝熱機構は炉況に直接結びつくものと考えられ今後詳細な研究をする価値がある。

2. 重油燃焼の化学量的検討

高炉過程を考えると羽口付近から、燃焼しながら重油添加することが簡単で合理的である。狭い燃焼帯で完全燃焼するには通常の炉と同様にある程度の過剰空気量が必要である。燃焼炉で完全燃焼する時に空気過剰係数は約 1.1 である。羽口前にも同様であると考えられる。理論空気量は 重油組成を 86% C, 11% H として、10.5 Nm³/kg 重油 (=2.23 Nm³ O₂/kg 重油相当) である。換言すれば、送風中に重油、94 g/Nm³ (=0.21 Nm³ O₂相当) が最大で、空気過剰係数を 1.1 とすれば重油濃度 85 g/Nm³ が最大である。これらの重油濃度 85~94 g/Nm³ は重油添加ノズルを改良して得られる最高値であり、重油添加量を増す上での一つの大きな壁になる。現状の重油添加システムでは 85~94 g/Nm³ の重油濃度を堺にして不完全燃焼による未燃分の増加および燃焼最高温度の低下が著しくなり、代替率の急低下をまねく

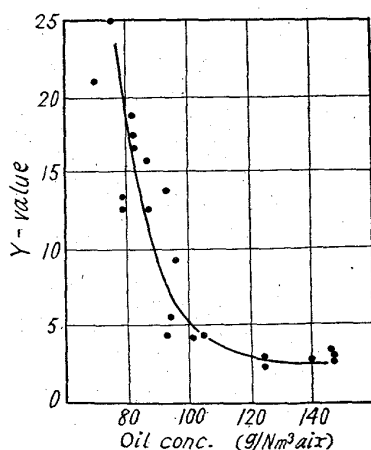


Fig. 2. Relation between oil concentration in blast and Y-value in top gas. (Higashida No. 5 B. F.)

悪くし、従つて棚を誘発する。

媒体霧化にしる熱風霧化にしるその良否は重要であ

る。しかし、重油濃度が 85~94 g/Nm³ に達すれば、もはや霧化は本質的事柄ではなくなる。勿論、現状では空気過剰係数が 1 に近くなる重油添加ノズルおよびその付近の構造研究は重要である。

IV. 結 言

東田第 5 高炉の重油添加操業結果を基にして重油多量添加時の問題点およびその限界について、主に熱的面および燃焼工学の面から考察した。要点は次の通りである。

1. 現在の羽口付近からの添加は合理的であるが、燃焼工学的に見て完全燃焼するには、重油濃度 85~94 g/Nm³ air (=0.21 Nm³ O₂相当) が最高値であり、それ以上の添加量は重油添加ノズルの改良のみでは達し得ない。特に最高値付近では、CO₂ および H₂O への完全燃焼が達成されないと燃焼最高温度が低下し、伝熱の不良化をまねき炉況悪化の原因になる。また現状の重油添加システムでは炉況安定を保ちながら、重油濃度を化学量論的最高値に近づけるために、重油添加ノズルの改良および重油濃度を均一に保つ何らかの方法が必要である。

2. 燃焼の考察の結果では重油添加時には理論燃焼温度にあまり依存する必要はなく、特に熱風炉の余力のある場合はできるだけ高温を使用し、代替率を上げしかも炉況の安定を保持し得る可能性が十分にある。

3. 少なくとも、重油添加時には炉床の熱的狀態を考えるには、伝熱量を定量化することが必要である。その場合に理論燃焼温度は大きな意味を持たない。

文 献

- 1) 児玉, 大坪, 重見, 緒方: 鉄と鋼, 48 (1962) 11 p. 1221

669.162.267.4: 662.753.3

(14) 広畑の高炉重油吹込の諸問題

富士製鉄, 広畑製鉄所製鉄部 63014
若林敬一・江崎 澁・○和栗真次郎

Observations of Oil Injection into a Blast Furnace at Hirohata Works.

Keiich WAKABAYASHI, Kiyoshi ESAKI and Shinjiro WAKURI.

I. 結 言 307~309

すでに各所で高炉への重油吹込操業が開始されているが、広畑では36年5月より1本の羽口からの吹込研究を始め37年1月より第1, 第2高炉, 同10月より第3高炉とそれぞれ吹込操業を開始, すでに3基共コークス比は著しく低下した。この間のコークス比低下と重油量, 酸素富化送風と重油吹込併用効果等主要操業上の問題に就いて2, 3の報告を行う。

II. 設 備 概 要

第1高炉は内容積 1273m³, 第2高炉は 1250m³ であり、いずれも羽口数 16 本, 第3高炉は 1515m³, 20 本であり3基共すべての羽口より重油を吹込んでいる。Fig. 1 に第3高炉の全体系統図を示す。特徴としては個々の羽口当り重油流量制御に C.F. 弁を使用していること, また異状時の安全装置として重油ヘッダー圧低下, 送風圧低