

ス頭熱減少分を求めると、結局 147,840 kcal となる。以上から、所要熱量の減少という熱的利益は次の通りである。

- 直接的利益: Solution loss の減少によつて
201,140 + 22,380 = 223,520 kcal/t-p
- 間接的利益: 炉頂ガス頭熱の減少によつて
147,840 kcal/t-p
- 熱損失の減少によつて
180,920 kcal/t-p

III. 粉炭吹込に伴う熱的利益の粉炭のコークス当量

次に以上の熱的利益と等価なコークス量を求める。

i) Solution loss の減少による熱的利益に等価な炭素量

求める炭素量 C_1 は次の式から求めることができる。

$$C_1 q_{cd} = \zeta_{H_2} V_{H_2 \cdot bosh} q_{H_2} \dots\dots\dots (1)$$

ただし、 q_{cd} は Fe の直接還元で消費される C の有効発熱量で、

$$q_{cd} = 2340 - 1.867 C_O T_{G0} \dots\dots\dots (2)$$

q_{H_2} は間接還元に使われる H_2 の有効発熱量で

$$q_{H_2} = 2580 - (C_{H_2O} - C_O) T_G \dots\dots\dots (3)$$

ここで、 ζ_{H_2} : H_2 の利用率、 $V_{H_2 \cdot bosh}$: Bosh gas H_2 量、 C_O , C_{H_2O} : 2 原子ガスおよび H_2O の比熱、 T_{G0} , T_G : 基準および 25% 粉炭吹込時の炉頂温度。

q_{cd} , q_{H_2} を計算すると、それぞれ 2088.2 kcal/kg · C 2553.9 kcal/m³ · H₂ となる。故に

$$C_1 = 85.3 \text{ kg}$$

ii) 炉頂ガス頭熱の減少による熱的利益の炭素当量
求める量 C_2 は次式で求められる。

$$C_2 q_c = 147,840 \text{ kcal}$$

ただし、 q_c はコークスの燃焼炭素 1 kg の有効発熱量で

$$q_c = 2340 + V_B(C_O t_{B0} - \varphi C_{H_2O} t_{B0} - 2580 \varphi) - V_G C_O T_{G0} + \zeta_{CO} \{5640 - 1.867(C_{CO_2} - C_O) T_{G0}\} \dots\dots\dots (4)$$

ここで、 V_B : 乾燥空気量 m³/kg · c、 V_G : Bosh gas 量 m³/kg · c、 t_{B0} : 基準時の送風温度、 φ : 送風の水分 m³/m³ · dry air、 ζ_{CO} : CO の利用率、 C_{CO_2} : CO₂ の比熱、その他は前述と同じ。

q_c を計算すると 2819.6 kcal/kg · c となるから

$$C_2 = 147,840 / 2819.6 = 52.4 \text{ kg}$$

iii) 熱損失の減少による間接的利益の炭素量
求める炭素量 C_3 は ii) と同様にして

$$C_3 = 180,920 / 2819.6 = 64.2 \text{ kg}$$

IV. 粉炭中のCとコークスのCの等価性について

粉炭のCとコークスのCとが等価であるか否かを検討するためには、粉炭のC 1 kg 当りの有効発熱量 q_c' を求め、これと前述の q_c とを比較する必要がある。このさい、 q_c' は次の式によつて計算せねばならない。

$$q_c' = 2340 + V_B'(C_O t_B - \varphi C_{H_2O} t_B - 2580 \varphi) - V_G' C_O T_G - Q + \zeta_{CO} \{5640 - 1.867(C_{CO_2} - C_O) T_G\} \dots\dots\dots (5)$$

ここで V_B' : 粉炭のC 1 kg 当り酸素富化空気量、 V_G' : 粉炭のC 1 kg 当り bosh gas 量、 Q : 粉炭および粉炭中 CH_4 , CO_2 の分解熱、 t_B : 吹込時の送風温度、 T_G : 吹込時の炉頂温度。

q_c' を計算して 2807 kcal/kg · c という値を得た。故に、粉炭のC 1 kg はコークスのC 0.994 (= 2,807 / 2,819.6) kg と等価である。そこで、吹込粉炭のガス化率を考慮して、コークスと等価な炭素 C_4 は

$$C_4 = 259.23 \times 0.645 \times 0.994 = 166.2 \text{ kg}$$

以上求めた炭素量 $C_1 \sim C_4$ をコークス量に換算すれば次のようになる。

- 粉炭中のCのコークス当量.....188.6 kg
- 粉炭吹込による直接的利益:
Solution loss 減少のコークス当量 96.8 kg
- 粉炭吹込による間接的利益:
炉頂ガス頭熱減少のコークス当量... 59.4 kg
- 熱損失減少のコークス当量..... 72.9 kg

計 417.7 kg

従つて、熱量計算による置換率は 417.7/342.4 = 1.21 となり、実績のみかけ置換率に極く近い値となる。

V. 結 言

以上検討してきたことから次のことがいえる。

(1) 粉炭のCは、熱補償が十分であれば、コークスのCと等価である。

(2) 粉炭のコークス置換率は熱量的計算から1.21という値を得たが、このように粉炭に有利な置換が行なわれた原因は、Solution loss の減少、出銑量の増加に伴うガス頭熱および熱損失の減少にある。

669,162,267.4 : 662,749.3

(28) 高炉への燃料吹込に関する考察

日本鋼管川崎製鉄所 63218
千葉五郎・伊沢哲夫・○松井正治
技術研究所 森 高

Consideration on Fuel Injection into Blast Furnace.

1312 ~ 1314
Goro CHIBA, Tetsuo IZAWA,
Masaharu MATSUI and Takashi MORI.

I. 結 言

当社川崎製鉄所の4BFにおいては、37年末吹込に伴つて減産の必要が生じ、その間を利用して低操業度高風熱(従来と比較して)により約1ヶ月操業した。従来4BFでは熱風炉能力の不足により高風熱が得られなかつたが、送風量減少により1050°Cの風熱が得られる予想があつたので、高炉では操業試験、および諸種の耐火物試験、一方熱風炉では熱効率の調査などを行なつた。

この炉では37年8月よりタール吹込を継続してきていたので、実際操業では、タール吹込量を変更し、送風温度を上昇させて

1. 複合送風時の風熱上昇による吹込燃料の効率の変化調査。

また、その間の炉内反応機構の推定、研究のために

2. 炉内ガス分布の変化調査

を行なつた。ここではこの複合送風関係の検討結果を報告する。なお、4BFの各段の測定孔位置をFig.1に示す。

II. 試験方法

試験操業は12月1日より5日単位としてタール吹込量を変更したが、従来との操業諸元の比較の主なものは

	従来	試験期間
出銑量	1250 t	1000 t
風熱	870°C	970°C
タール	40 kg/t	20, 40, 60

である。シャフトのガスサンプリングについては5日単位の内第3日目、第5日目に行なつた、その時間は午前1回午後1回である。また、その位置は水平方向に西、南、北（東側測定孔は詰まり、その他の理由で測定不能であつた）を採り、各々の垂直方向には Fig. 1 に示すごとく切立、シャフト1, 3, 4段および炉頂である。

III. 結果よび考察

(1) 高風熱操業による置換率の上昇
操業成績を Table 1 に示す。

高風熱操業時の期間は短い、タール吹込を始めた初期の成績(37年8月11日~9月30日)の置換率と今回の置換率の比較を Fig. 2 に示す。何れの場合にも吹込量の増大に比例して置換率が低下していくが、熱補償量が大きい程その置換率が高い。

(2) シャフトのガス分析

ガスサンプリングの分析結果を Fig. 3, 4 に示す。なお、図中には計算によるボッシュガス成分を記入した。

a. H₂ ガス

(i) H₂ ガスはシャフト1段以下で反応に与かつて、上部ではあまり変化がない。

(ii) シャフト上部と炉頂部との差があるのは、炉頂部で上昇混合ガスをサンプリングしているためと考えられる。

(iii) ボッシュガス成分より切立で増える傾向にあるのは、H₂ ガスが炉下部では中心より周辺に通り易らしい。

(iv) 操業度が高い程、より炉下部で反応し、またその利用率も高いらしい。

複合送風時にボッシュガス中の H₂% が増加すれば、それに比例してシャフト周辺のガス通過量も増加し、これが冷却面破損などの事故に多少関係しているものと考ええる。

b. CO, CO₂ ガス

(i) シャフト4段と炉頂部ガス組成にはかなりの差がある。

シャフト上部では周辺でガス速度が遅いためか中心部

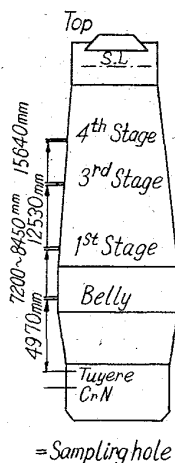


Fig. 1. 4BF profile and sampling hole

シャフト1, 3, 4段および炉頂である。

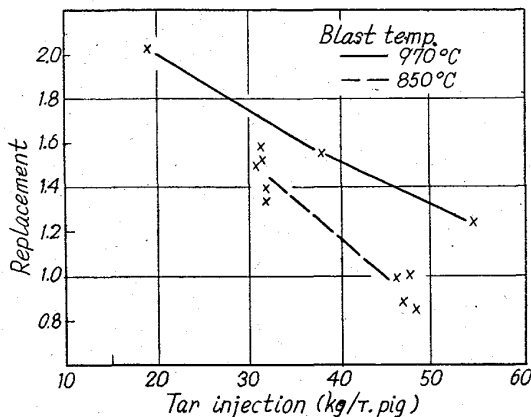


Fig. 2. Replacement of tar to coke.

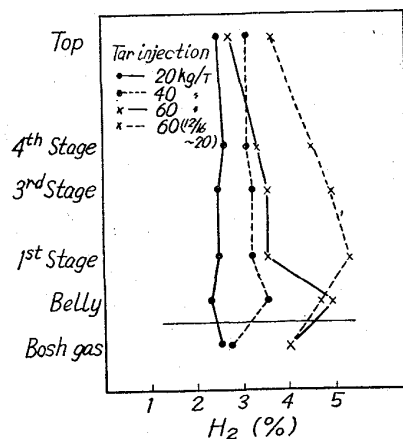


Fig. 3. Gas analysis in shaft.

Table 1. Operation results.

	Base period 36-9/11~30	Test period 37-12/1~5	6~10	11~15	16~20	
Production	t/d	1208	1013	1014	1009	592
C. R.	kg/t	613	538	503	518	484
Tar R	kg/t	—	18.7	54.2	37.5	57.3
Blast temp	°C	810	962	970	973	994
moi	g/m ³	39.4	19.7	15.5	24.0	23.1
Slag R	kg/t	341	362	381	358	363
Si in pig	%	0.66	0.64	0.59	0.60	0.67
S in pig	%	0.052	0.022	0.028	0.027	0.028
CaO/SiO ₂		1.16	1.24	1.22	1.22	1.21
CO ₂ in top gas	%	16.6	17.1	17.5	17.4	18.4
CO in top gas	%	24.9	25.0	24.4	24.5	23.1
Correct CR		623.5	583.6	553.2	565.3	
Replacement		—	2.02	1.25	1.56	

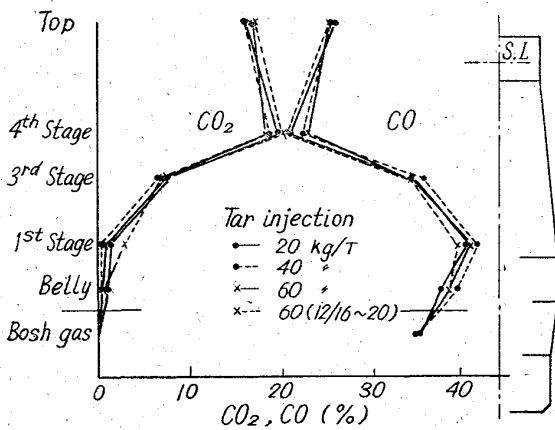


Fig. 4. Gas analysis in shaft.

Table 2. Analysis of variance.

H ₂			
Factor	φ	V	Fo'
Tar ratio	2	63396	**
Between days	1	56644	**
Within days	1	4422	—
Horizontal s.	2	77393	**
Vertical s.	3	10010	**
e	103	1619	
Total	143		
CO			
Factor	φ	V	Fo'
Tar ratio	2	119918	**
Between days	1	24180	—
Within days	1	6944	—
Horizontal s.	2	239341	**
Vertical s.	3	28137127	**
e	103	24726	
Total	143		
CO ₂			
Factor	φ	V	Fo'
Tar ratio	2	48846	—
Between days	1	11342	—
Within days	1	5625	—
Horizontal s.	2	91857	**
Vertical s.	3	26398744	**
e	103	16957	
Total	143		

s.: section

- に比して間接還元が良く行なわれるためと考えられる。
- (ii) CO₂ガスはボッシュガス成分と切立、1段と殆んど変らない。
- (iii) COガスはボッシュガスから切立、1段と増加

している。

COガスがCO₂と比較して特に炉周辺部を通り易いとは考えられないので、この高炉では1段測定孔の位置迄は殆んどが直接還元によつて反応が進んでいると考えられる。

次に、ガス分析の分散分析表を Table 2 に示す。

- (i) 水平方向では、H₂, CO, CO₂ 共有意であり、炉内のガス流が不均一であることが予測される。
- (ii) 日内の変動が多少あるが、サンプリング精度が悪いために検出できない。
- (iii) 日間の変動が H₂ のみ有意であるのは、タール吹込量の変化から予想されるが、CO, CO₂ が有意でないのは、コークス中のCとタール中のCが炉内では同様の作用をしているものと考えられる。

IV. 結 言

高炉への燃料吹込の時に補償熱量を増大すれば置換率が向上することが確認できた。その間の炉内の還元機構を判別することはできなかつたが、全般的な炉内の還元機構をある程度推定することができた。

今後、サンプリング精度を上げる工夫をして、炉下部の反応機構を研究するつもりである。

669.162, 267.4 = 662, 753.3 = 669.2

(29) 重油吹込操業における銑中 Si と 782 溶銑温度の関連 63219

富士製鉄生産管理部 八塚 健夫
 釜石製鉄所製銑部 ○太田 完
 " " 泉 碩純

Relation between Si Content and Temperature of Basic Iron under Heavy Oil Injection. 1314~1316

Takeo YATSUZUKA, Sadamu ŌTA and Sekizyun Izumi.

I. 緒 言

釜石製鉄所の第2高炉では37年5月下旬より重油吹込操業を開始した。当初の数カ月間は試験的に重油吹込量を変化させて操業を行なつたが、この期間中の銑中 Si と溶銑温度は、従来の通常操業の場合とやや異なつた挙動を示すことが認められたので、この点について検討した結果を報告する。

II. 調査期間

重油吹込以前の37年4月11日~5月20日を基準期間とし、6月~10月の重油吹込操業期間の実績と比較した。

III. 操業実績

重油吹込は送風羽口18本から、羽口に鑄込んだ吹込用ノズル(先端径 3mm φ)によつて行なつた。

操業実績を Fig. 1 に示す。吹込当初はノズルの詰りなどのため重油吹込羽口本数が変動し、且つ6、9月には重油の多量吹込試験を行なつたため、調査期間中の羽口1本当りの重油吹込量は、風量 100m³につき 4kg~7kg の範囲で変動している。なお溶銑温度はオプティカル・パイロメーターによる測定値である。