

Table 2. Testing data.

Period	Base	Gas
Iron production t/d	806	864
Coke ratio kg/t	612	572
Ore/coke kg/t	2.564	2.728
Scrap %	39	12
Sinter ratio %	43.8	41.3
Blast volume Nm ³ /mn	909	926
" " Nm ³ /t	1624	1543
Blast temperature °C	771	879
Humidity g/Nm ³	25	20
Blast pressure g/cm ²	749	816
Top gas analysis {CO %	25.6	24.8
" CO ₂ %	15.6	16.0
" H ₂ %	3.1	4.2
Pig iron analysis {C %	4.47	4.44
" Si %	0.66	0.63
" S %	0.033	0.029
Slag volume kg/t	404	387
Slag basicity (CaO/SiO ₂)	1.31	1.36
Hanging No./d	0.7	0.8
Slip No./d	0.4	1.0
Theoretical temp. in combustion zone °C	1995	2000
C.O.G. volume injected Nm ³ /h	—	2000
" Nm ³ /t	—	55.4
" (to blast volume) %	—	3.6

す。なお COG の成分の一例を下に示す。

H₂ 52.8%、CH₄ 30.8%、C₂H₄ 3.8%、CO₂ 2.5%

CO 7.0%、O₂ 0.1%、H₂S 4.11 g/Nm³

発熱量 4,750 kcal/Nm³

a. 出銑量 出銑量の増加は 58 t/d (7.2%) となり COG 1 m³/t による出銑量の増加分は 0.13% となるが、ここでは両期間で雑原料装入量および送風量 Nm³/mn に差がある事に留意しなければならない。今出銑量は銑鉄 t 当り風量に反比例するという明らかな前提から出発して、雑原料 1 t により出銑量 0.8 t 増加するとし、出銑量は送風量 Nm³/mn に比例するものと仮定する。ここで雑原料装入量を 0 とし、送風量は比較期間の値 (909 m³/mn) に保つとして計算すれば、比較期間 781 t/d、試験期間 841 t/d となり、60 t/d (7.7%) の増加となる。すなわち COG 1 m³/t につき 0.14% の増加となる。しかし出銑量については捲揚等の設備および作業上の制約があるので概にはいえず、その操業方針または操業状態に大きく左右されるものである事を忘れてはならない。

b. コークス比 コークス比の低下は 40 kg/t となりコークス代替率は 1.39 Nm³/kg となつた。同様に雑原料装入量による補正を行なえば代替率は 1.00 Nm³/kg となる。更に風温および送風中水分による熱補償を行なわなかつた場合の代替率は 1.37 Nm³/kg となり従来予

測された値にほぼ合致するといえよう。しかしコークス比についてより詳細な解析の余地が十分あると考えられ今回も代替率を 1.5 Nm³/kg とみた方が妥当と思われる。

c. 炉頂ガス CO₂ および CO% が COG 吹込により大巾に変化する事は一応考えられず、あるとすれば COG 吹込による炉内反応の変化の 2 次的な現象と考えられる。実績もさほど大きな変化はなかつた。しかし、H₂% については吹込みと共に漸次増加し、比較期間に對して 1.1% の増加を示している。従来、H₂ の利用率については 30~50% といわれ、H₂ の添加量の増加に従つて、利用率を上昇するといわれているが、未だ明確な結論は得られず今回も明らかな結論は得られなかつた。

d. 銑鉄成分および装入 S 量 今回の試験は、銑鉄成分を一定に維持すべく行なつてはいるが、特に目立つた変化は見られなかつた。装入 S 量は今回は全期間を通じ 4.3~4.5 kg/t であつた。コークス中 S 0.6%，COG 中 S 4 g/Nm³ とすれば、今回の実績の如くコークス代替率が 1.5 Nm³/kg coke 以下であれば若干の装入 S 量の減少が期待できよう。

e. 炉内通気性 試験期間の送風圧力は比較期間のそれよりも約 60 g/cm² の上昇が認められ送風量の差異を考慮しても上昇する事は確しかな様である。

f. 炉況 棚、スリップの発生はほぼ同等であつたが傾向として COG 吹込により炉況が安定する事がいえよう。これは送風中水分の添加による炉況の安定と同様の効果と考えられる。

V. 結 言

a) COG 吹込により、COG 1 Nm³/t につき約 0.14% の出銑量増加が考えられるが、これは他の条件によつて大きく變るものと考えられる。

b) コークスに対する COG の代替率は約 1.5 Nm³/t -Coke となり今後も同等の結果が期待できよう。

c) 炉頂ガス中 CO₂ および CO% は大巾な変化はなかつたが H₂% は変化が見られた。しかし、H₂ の利用率については明確な結論は得られなかつた。

d) 炉況は COG 吹込みと共に安定の傾向を示し、また銑鉄成分にとくに変化はなかつた。

No. 62005

669/162.225

(5) 調湿送風の炉況におよぼす影響 について

富士製鉄広畠製鉄所

若林敬一・江崎 澄・○郷農雅之

Some Effects of Steam Control on Blast Furnace Conditions.

Keiichi WAKABAYASHI, Kiyoshi EZAKI
and Masayuki GONNO.

I. 緒 言

広畠製鉄所で調湿送風の開始されたのは昭和 33 年 5 月であるがその後は昭和 32 年に報告された資料¹⁾で季節による大気中湿分の変動が炉況と密接な関係をもつ

ところからこれを一定にするという点から出発した。この吹込試験で

- (1) 風圧が全般的に安定する。
- (2) 熱目の棚に対して非常に顕著な効果をもつ。
- (3) 吹込と同時に送風温度による熱補償が必要である。
- (4) 炉況の安定化で増荷可能となり CR の低下を来たすといった点の確認を得て同 10 月より 1 BF 12 月より 2 BF で実操業に移した。

その後 O₂ 添加操業が昭和 34 年 9 月から開始されこの際の羽口先の異常高温による炉況変調を避けるための送風中吹込蒸気の調節が行なわれるようになつた。以下にその概要を記述する。

II. 送風中水蒸気量と炉芯の関係

文献⁴⁾等より水蒸気添加が燃焼帯の拡大を促し羽口先と炉芯の間すなわち炉芯深度を拡げ操業を順調にすることからまず送風中水蒸気量と炉芯との関係を調査した。炉芯に影響する因子としては上記水蒸気は勿論他の送風条件(風量、風温、O₂ 添加量、羽口径)コークス粒度等考えられるが主として羽口先理論燃焼温度を介して解析した。

(i) 水蒸気量と炉芯深度

Fig. 1 に昭和 36 年 4 月に 2 BF を対称に行なつた炉芯深度測定時の深度と水蒸気量、羽口先理論燃焼温度との関係を示す。これらより水蒸気量の増加すなわち他の条件が一定していれば羽口先の温度の低下は炉芯深度を拡げる傾向を示している。

(ii) 炉芯深度と銑鉄成分

水蒸気添加によって炉芯深度の拡大の傾向のあることがわかつたがこの場合それが銑鉄成分にどのような影響をもつか調査した。銑中 Si については強い相関はないが脱硫率には大きく響くよう Fig. 2 に示すように炉芯深度と銑中 S には強度の相関が見られこの点から炉芯深度の大なる程脱硫率にとって有利に働くのではないかと思われる。

III. 水蒸気添加時の炉内ガス利用率

水蒸気添加で炉況の安定化が得られるがこれが何に起因するかということを知るため調湿送風時の炉内のガス利用率が如何に変化しているかを調査した。

(i) 水素ガス利用率 η_{H_2}

以前の試験吹込とか文献²⁾より炉頂ガス中の H₂ には

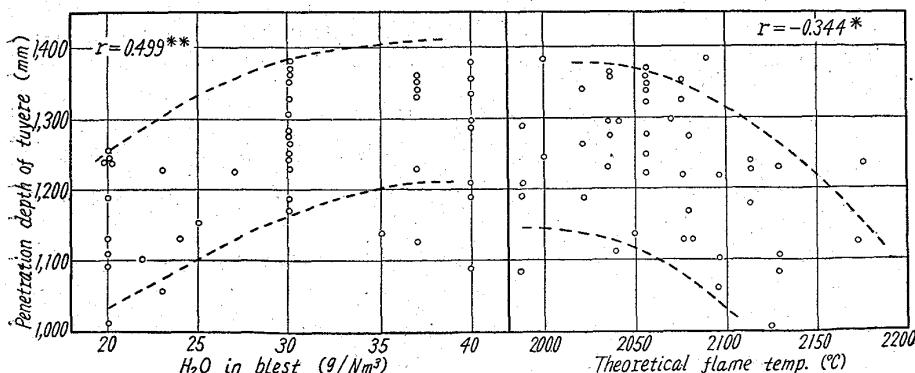


Fig. 1. Relations between the penetration depth of tuyere, the H₂O in blast and the theoretical flame temperature.

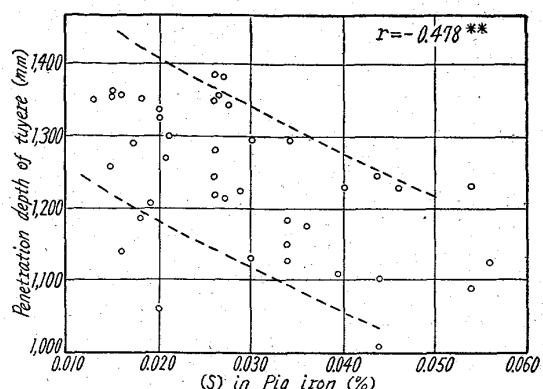


Fig. 2. Relation between the penetration depth of tuyere and the (S) in pig iron.

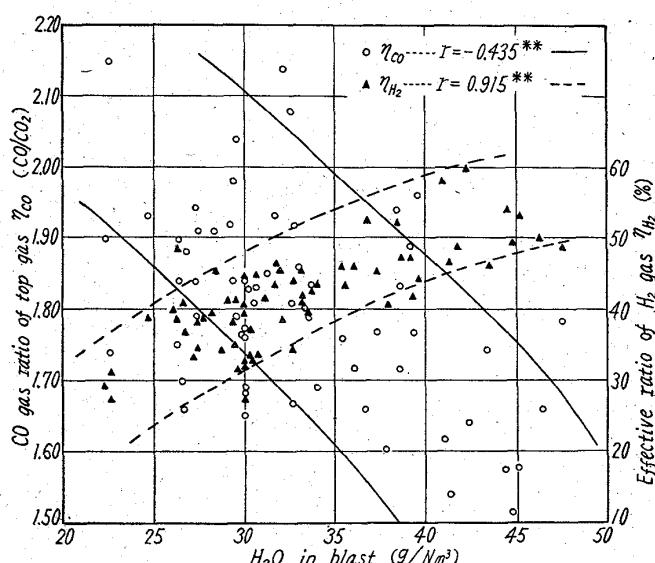


Fig. 3. Relations between the H₂O in blast, the CO gas ratio of top gas, and the H₂ gas effective ratio.

O₂ 添加等とは関係なく炉頂ガス H₂ 量と送風中 H₂O との間に一定の相関関係があることが知られている。そこでこの場合水素の利用率が如何になるかを Fig. 3 に示した。これより水蒸気量の増加と共に利用率上昇を示しこのことは CORDIER³⁾ 等のいう H₂ ガスは CO ガス還元の触媒的な役割をもするということを併せ考えると炉内還元率の向上にかなり大きく役立っていると思われる。なおここで論じる H₂ ガス利用率はコークスからの H₂ を除いたものである。

(ii) CO ガス利用率 η_{CO}

これについては送風中湿分のみならず後述の装入原料条件にも左右される。この点については炉況の安定化ということを介して理解出来る。上記 Fig. 3 に水蒸気添加量と CO ガス利用率の関係を示す。(なおこの値

は石灰石中の CO_2 を補正した値である) これより水蒸気量増加で後述するように熱補償さえあれば炉況の安定化による Ore/coke の増大で炉内 CO ガス利用率はよくなり図示していないがソリューション・ロスも減少傾向を示す。

III. 調湿送風時の操業面について

(i) 調湿送風時の棚吊

Fig. 4 に調湿送風時の棚吊の関係を羽口先理論燃焼温度により示したがこれより棚吊に関しては羽口先温度が高過ぎても低過ぎても不適で適正な値があるのではないかということを示唆している。ただし高温側と低温側では前者に棚吊を多発し易い傾向が見られる。

(ii) 装入量 Ore/coke の変化

前述のように適正な調湿により炉況が安定し増荷が可能となるがこのことは Fig. 5 によって示され炉況の安定化ということは前のガス利用率の向上からも領ずける。さらに Ore/coke の増大は当然コークス比の低下に連がつてくるわけである。

IV. 総括

以上の結果より調湿送風により羽口先温度調整で炉況の安定化が炉芯の深度のコントロールを通して行なわれ

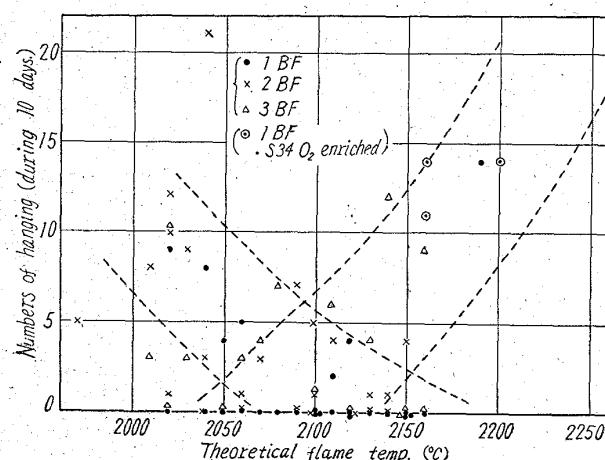


Fig. 4. Relation between the numbers of hanging and the theoretical flame temperature.

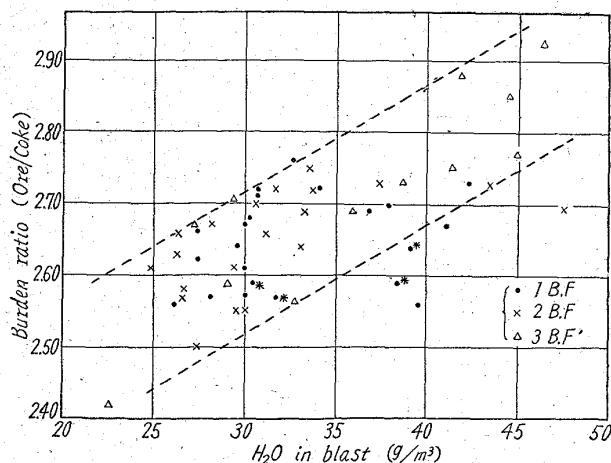


Fig. 5. Relations between burden ratio and H_2O in blast.

これによつて炉内ガス利用率の向上と Ore/coke の上昇が表裏一体となつて操業成績の向上を來たす。ガス利用率の面では現在程度の添加量では問題なくむしろ適切な添加でよりよい効果を示している。しかし棚吊の面では必ずしも多いことは好ましくないようでは適正範囲があるよう従つてこの範囲で最も有利な調湿送風を行なうことが必要となる。

文 献

- 1) No. 43, 学振, 広畠, 昭和 32 年 12 月
- 2) J. E. DANCY, A. T. SADLER & H. H. N. LANDAR: Proc. Blast Furn., 1958, p. 16~39
- 3) J. A. CORDIER: Proc. Blast Furn., 1960, p. 238~278
- 4) J. H. STRESSBURGER: J. of Iron & Steel Inst., (U.K.), Oct. 1958, p. 491~496

No. 62-006

66.9.16.2, 212, 116, 93

(6) 洞岡第4高炉の内張煉瓦侵食状況

八幡製鐵所製銑部

大坪 茂・川村 稔・○林 洋一

Worn State in Lining of Kukioka

No. 4 Blast Furnace.

Shigeru OTSUBO, Minoru KAWAMURA
and Yooichi HAYASHI.

I. 緒言

第3次の洞岡第4高炉はわが国ではじめて炉床部ならびに炉底部に全面的にカーボン・ブロックを使用した高炉であつて、昭和 27 年 12 月 1 日吹入以来順調な操業を続け、さる昭和 36 年 3 月に累計出銑量 350 万トンに達した。その後も炉体損傷等の障害もなく操業していたが、当社における高炉改修計画にしたがつて、昭和 36 年 6 月 30 日吹止めし改修を行なつた。炉命 8 年 7 カ月にて一代出銑量 363 万 t を記録した。

一代出銑量 363 万 t の達成は、装入原料予備処理の強化、操業技術の進歩等による出銑比の向上が一つの要因であるが、8 年有余の間内張煉瓦損傷による著しいトラブル無く操業を継続できたことが最も大きな要因である。

本報文では、内張煉瓦解体に伴い観察測定した侵食状況について述べるものである。猶本高炉の吹止めにいたるまでの経緯についてはすでに発表しているので省略する。

II. 高炉々令および累計出銑量

国内の高炉についての炉令および累計出銑量の実績によれば、150 万 t 以上出銑した高炉は 16 基を教える。Fig. 1 はこれら 16 基の炉令と累計出銑量を図示比較したものである。洞岡第4高炉の折線は吹止めまでの炉令と累計出銑量の経過を示したものであり、図中の点 1 ~ 7 は既に吹止めした高炉、点 8 ~ 16 は昭和 36 年 10 月末現在稼働中のもので、矢印は最近 6 カ月間の出銑量勾配を示す。

すでに吹止めした高炉は Table 1 に示す通りであつて、洞岡第4高炉の8年7カ月・363万tに次いでは、