

燃料多量吹込み法を検討して、次の結論を得た。

1. 小型試験高炉で、温度分布および2段燃焼法による燃焼性を調査した結果とこの2段燃焼法による操業成績とは全く一致した。

2. 溶鉄炉に多量の燃料を吹込む一方法として、2段燃焼法を開発した。この方法はブローパイプに燃料吹込みバーナーを2段に配列して行なうもので、この方法によれば、多量の燃料を「ス」の発生を少なくして、しかも効果的に吹込み得る。吹込み燃料のガス化変成も可能であることを認めた。

3. まず少量の微粉炭を燃焼せしめて、その後重油を燃焼せしめると、多量の燃料の吹込みが可能である。微粉炭は灰分が少なく、粒度が小さいほど効果的であることを認めた。

4. Cガスを燃焼して、その後に重油を添加すると、燃焼性はかなり良好であるが、炉内温度の面でやや劣る。この場合Cガスの吹込みはあまり多すぎると炉が冷え気味となる傾向があるため、少な目に添加した法がよい。

以上小型試験溶鉄炉における、2段熱焼法の燃焼性とその操業結果について述べたが、炉が小さいことと、試験期間が短いので定量的にはいえないが、定性的にみてもかなりの効果があることを認めた。さらに今後各種の燃料について検討を行なう予定である。

669.162.267.4 : 662.753.3  
: 669.162.224.4

### (18) 酸素と重油の併用吹込みについて

日本鋼管、鶴見製鉄所

長谷川友博・根本秀太郎

阪本 英一・黒田 浩一

### Blast Furnace Oxygen Enrichment with Simultaneous Injection of Heavy Oil.

Tomohiro HASEGAWA, Hidetarō NEMOTO,  
Eiichi SAKAMOTO and Kōichi KURODA.

#### 1. 緒 言

最近、酸素富化操業を実施している高炉は多いが、酸素富化操業の高炉操業成績、特にコークス比に与える影響については、富化率が比較的低いこともあり判然としない。すなわち、酸素富化によりコークス比が低下するという報告と変らないという報告がある。また低下する理由についても、重油の燃焼性の向上あるいは炉頂ガス顕熱の低下による燃焼カーボンの節減などが考えられている。

今回、鶴見第2高炉(内容積 516m<sup>3</sup>)で最高 5.7% (2300 Nm<sup>3</sup>/hr) までの高酸素富化操業を実施し、若干の検討を行なったので報告する。

#### 2. 試験目的および方法

酸素高富化時における高炉操業成績、特に出鉄量、コークス比、還元状況、炉況、重油燃焼性の把握を目的とした。酸素添加量を変更する際には、羽口先重油吹込み量に対する換算空気過剰係数(酸素は空気量に換算。本試験では 2.9)一定のもとに、酸素、重油添加量を併行

してアクションをとった。酸素、重油量は期間の移行時以外は変更せず、また風熱はできるだけ一定に維持し、炉熱調整には湿分、鉄量の変更のみを用いた。なお、高酸素富化時における重油の燃焼性を調査するため、当社技研で開発したタイゼン汚水ダスト明度測定を実施した。

#### 3. 操業結果

操業試験は昭和 39 年 10 月に実施した。操業結果を Table 1 に示す。基準期間として、酸素富化操業に入る直前の10日間をとった。試験期間は第I期から第IV期までであり、酸素富化率は最大 5.7%(第IV期)とした。なお、当高炉は需給の関係上、焼結鉄配合が33%程度と低く、しかも 12mm 以下の中塊鉄を大量に使用しているのでコークス比は基準期において 564kg/t と高い。

##### 3.1 出鉄量

Fig. 1 に出鉄量と湿送風量に対する酸素富化率(以下酸素富化率という)の関係を示す。出鉄量は酸素富化率の上昇に伴い直線的に増加し、酸素富化率 1% の添加に対し 5.4% の出鉄増を得た。理論的には、羽口先の酸素バランスにより、送風量一定のもとで酸素を 1% 添加すれば 4.76% の出鉄増になるが、この差は、コークス比の低下および若干の送風量の相違によるものである。

##### 3.2 コークス比

試験操業中 Table 1 に示すように、重油原単位は各

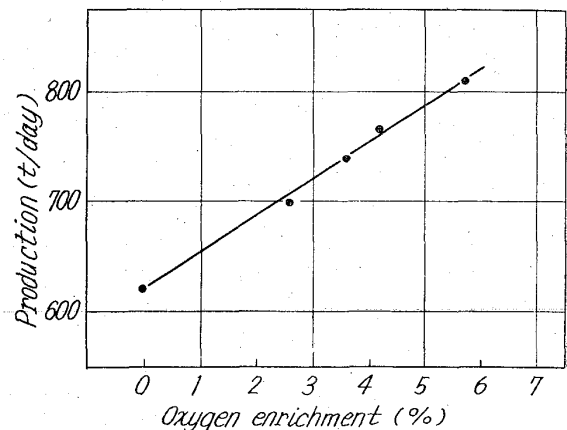


Fig. 1. Relation between production and oxygen enrichment.

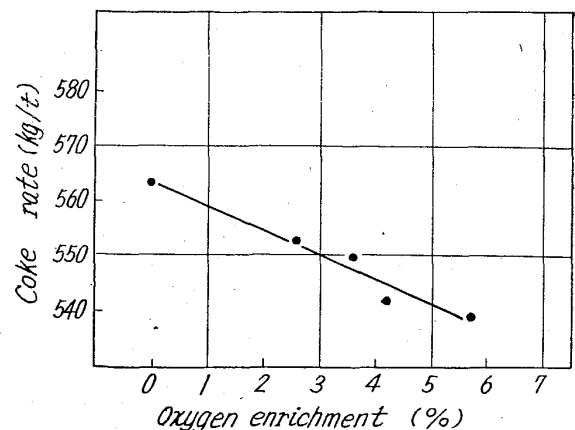


Fig. 2. Relation between coke rate and oxygen enrichment.

Table 1. Operational results.

| Period                  |                      | Reference | I         | II         | III         | IV          |
|-------------------------|----------------------|-----------|-----------|------------|-------------|-------------|
|                         |                      | 9/21~10/1 | 10/3~10/7 | 10/8~10/12 | 10/13~10/16 | 10/17~10/20 |
| Production              | t/day                | 621       | 698       | 738        | 767         | 812         |
| Coke rate               | kg/t                 | 564       | 553       | 550        | 542         | 539         |
| Oil rate                | kg/t                 | 50        | 54        | 52         | 52          | 52          |
| Fuel rate               | kg/t                 | 614       | 607       | 602        | 593         | 591         |
| Blast volume            | Nm <sup>3</sup> /min | 697       | 676       | 676        | 670         | 676         |
| Oxygen enrichment       | %                    | 0         | 2.6       | 3.6        | 4.2         | 5.7         |
| Blast pressure          | g/cm <sup>2</sup>    | 847       | 867       | 888        | 938         | 910         |
| Blast temperature       | °C                   | 909       | 920       | 920        | 912         | 910         |
| Blast moisture          | g/Nm <sup>3</sup>    | 22        | 18        | 24         | 28          | 27          |
| Top gas temperature     | °C                   | 335       | 315       | 265        | 247         | 244         |
| Slip                    | N/day                | 0         | 0.2       | 4.0        | 3.2         | 0.8         |
| Hanging                 | N/day                | 0         | 0.2       | 0.4        | 0.8         | 0.5         |
| Number of charges       | N/day                | 83        | 91        | 96         | 99          | 104         |
| Hot metal Si            | %                    | 0.78      | 9.97      | 0.82       | 0.76        | 0.68        |
| Hot metal S             | %                    | 0.035     | 0.046     | 0.052      | 0.045       | 0.053       |
| Basicity                |                      | 1.29      | 1.29      | 1.33       | 1.31        | 1.29        |
| Top gas CO              | %                    | 26.3      | 27.1      | 28.0       | 28.1        | 29.0        |
| Top gas CO <sub>2</sub> | %                    | 15.5      | 16.6      | 17.3       | 17.7        | 18.0        |
| Top gas H <sub>2</sub>  | %                    | 4.3       | 4.3       | 4.4        | 4.6         | 4.7         |
| Sinter in burden        | %                    | 33.6      | 30.0      | 33.6       | 34.9        | 38.6        |

期間ともほぼ一定である。Fig. 2 にコークス比と酸素富化率の関係を示す。酸素富化率 1% の上昇に対し、コークス比は 4.5 kg/t 低下した。補正コークス比(補正項、焼結配合比、風熱、湿分、Si%) についても、ほぼ同様

Table 2.  $\bar{X}$ ,  $\sigma$  of Si and S in hot metal.

| Period |           | Reference | I     | II    | III   | IV    |
|--------|-----------|-----------|-------|-------|-------|-------|
| Si (%) | $\bar{X}$ | 0.78      | 0.77  | 0.82  | 0.76  | 0.68  |
|        | $\sigma$  | 0.14      | 0.17  | 0.25  | 0.20  | 0.23  |
| S (%)  | $\bar{X}$ | 0.035     | 0.046 | 0.052 | 0.045 | 0.053 |
|        | $\sigma$  | 0.013     | 0.011 | 0.030 | 0.016 | 0.022 |

な結果が得られる。

3.3 炉頂ガス成分(CO+CO<sub>2</sub>)%

炉頂ガス成分(CO+CO<sub>2</sub>)%は酸素富化率と直線的関係があり、酸素富化率 1% の上昇に対し、1% 上昇する。

## 3.4 炉頂ガス温度

炉頂ガス温度と酸素富化率の関係を Fig. 3 に示す。炉頂ガス温度は、酸素富化率の上昇に伴い、基準期の 335°C から 5.7% 富化時の 244°C まで低下し、炉熱が有効に利用されたことがわかる。

## 3.5 炉況

酸素富化を行わない際には、棚吊り、スリップは皆無であったが、酸素富化率の上昇に伴い 0.5~0.8回/day

Table 3. Material balance.

| Period                                      |                    | Reference | I         | II         | III         | IV          |
|---|--------------------|-----------|-----------|------------|-------------|-------------|
|   |                    | 9/21~10/1 | 10/3~10/7 | 10/8~10/12 | 10/13~10/16 | 10/17~10/20 |
| Oxygen enrichment                           | %                  | 0         | 2.6       | 3.6        | 4.2         | 5.7         |
| Carbon in dust                              | kg/t               | 6.0       | 6.0       | 6.0        | 6.0         | 6.0         |
| Carbon in pig                               | "                  | 46.0      | 44.5      | 46.6       | 44.6        | 45.3        |
| Combustion carbon                           | "                  | 350.1     | 364.0     | 346.0      | 334.0       | 342.0       |
| Carbon for decomposition of steam           | "                  | 23.5      | 19.8      | 23.0       | 26.8        | 22.5        |
| Carbon for decomposition of volatile matter | "                  | 9.0       | 9.0       | 6.0        | 9.0         | 9.4         |
| Carbon for direct reduction of Si, Mn, P    | "                  | 10.3      | 9.9       | 10.3       | 9.6         | 9.0         |
| Solution loss carbon                        |                    | 103.5     | 88.9      | 97.5       | 90.9        | 94.3        |
| Total carbon                                |                    | 548.9     | 542.1     | 538.4      | 530.0       | 528.1       |
| Top gas volume                              | Nm <sup>3</sup> /t | 2282      | 2160      | 2068       | 2018        | 1955        |
| Dry blast volume                            | "                  | 1557      | 1463      | 1357       | 1320        | 1258        |
| Wet blast volume                            | "                  | 1594      | 1500      | 1400       | 1370        | 1300        |
| CO in direct reduction                      | (%)                | 59.7      | 64.8      | 65.2       | 66.9        | 68.5        |
| H <sub>2</sub> reduction                    | "                  | 4.6       | 4.9       | 6.8        | 7.5         | 7.5         |
| Direct reduction                            | "                  | 35.7      | 30.3      | 28.0       | 25.6        | 24.0        |
| CO utilization                              | "                  | 19.7      | 20.6      | 26.2       | 27.4        | 26.8        |
| H <sub>2</sub> utilization                  | "                  | 34.4      | 35.0      | 34.9       | 35.4        | 35.1        |

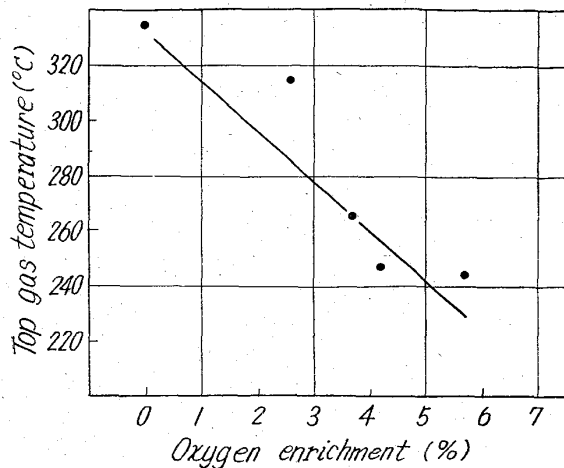


Fig. 3. Top gas temperature and oxygen enrichment.

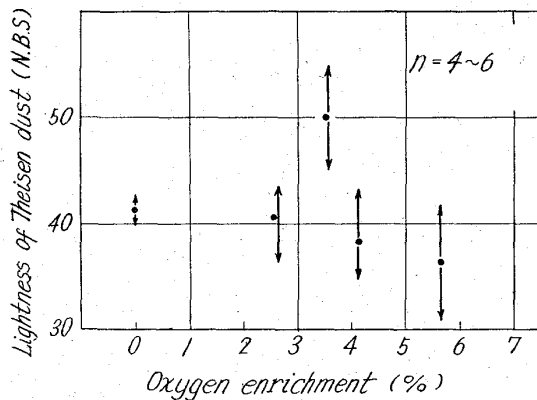


Fig. 4. Relation between lightness of Theisen dust and oxygen enrichment.

程度みられるようになった。これは、酸素富化に伴うボッシュガス量の増加(5.7%富化時で+9%)および羽口先理論燃焼温度の上昇(5.7%富化時で2150°C)によるのであろう。酸素高富化時においてはTable 2に示すように、tap間鉄成分の変動が大きくなり、熱目ないし冷目に棚をつることが多い。

#### 4. 考 察

##### 4.1 コークス比の低下について

Table 3に各期間における物質精算結果を示す。コークス比は、酸素富化1%に対し4.5kg/t低下したが、これは羽口先燃焼カーボンの低下、ソリューションロスカーボンの低下によつてゐる。前者は炉頂ガス温度の低下、後者はボッシュガス濃度上昇によるCO間接還元率の向上、羽口先温度上昇による水素還元率の向上に対応している。

また、COガス利用率、H<sub>2</sub>ガス利用率も向上している。

##### 4.2 羽口先吹込み重油の燃焼性について

高酸素富化操業においては、重油燃焼性が改善され未燃カーボンの減少によりコークス比の低下することが予測されているが、今回の試験では、この点を検討するため、一日一回定時刻にタイゼン汚水ダストを採取し、色差計による明度測定を行なつた。Fig. 4に期間平均のタイゼン汚水ダスト明度と酸素富化率の関係を示す。これ

によると、酸素富化率が上昇すると、タイゼン汚水ダスト明度のバラツキ稍々大きくなり、明確な変化はみられなかつた。

#### 5. 総 括

鶴見第2高炉で、重油との併用吹込みで5.7%までの高酸素富化操業を行ない、出銑量、コークス比とも所期の成果をおさめた。この場合、コークス比低下の主因は、炉頂ガス温度低下に対応する羽口先燃焼カーボンの低下、ボッシュガスの濃度および温度の上昇によるソリューションロスの低下が寄与しているものと考えられる。重油の燃焼性向上については、タイゼン汚水ダスト明度測定からは、明確な結論が出なかつた。今後、高炉に低純度酸素を吹込むことも考えられ、高酸素富化操業については十分研究を進める必要がある。

669.162. 2/2: 620.193.4

#### (19) 高炉用炉材の損耗におよぼすアルカリ、亜鉛、炭素の影響

(高炉用煉瓦の損耗に関する研究—V)

八幡製鉄所、技術研究所

工博 大庭 宏・平櫛敬資・○田中正義

Influence of Alkali, Zinc and Carbon on Wearing of Blast Furnace Refractories.

(Study on wearing mechanism of blast furnace linings—V)

Dr. Hiroshi OHBA, Keisuke HIRAGUSHI and Masayoshi TANAKA.

#### 1. 緒 言

高炉炉壁レンガの損耗機構は、高炉位置により異なるが、朝顔部より上部の炉内雰囲気露されている炉壁レンガ部分の損耗は、カーボン・デポジション、アルカリ析出、亜鉛析出などの気相成分による化学反応が原因となつてゐる<sup>1)2)</sup>。前報<sup>3)</sup>でライニングにおける気相成分の析出量は、レンガよりもモルタル部に著しく多いことが明らかにされたが、レンガ内への気相成分の侵入も、炉内からモルタル目地を通して侵入してくる。成分がレンガ気孔内および固相に拡散するのではないかと推察されたので、外来成分のレンガ内侵入経路を確認するために解体高炉レンガの同一位置から採取されたモルタル、レンガ表面、レンガ内部試料の外来成分量を調査した。

#### 2. 試 料

調査の対象とした高炉は、当所東田第6高炉(第5次)で、本高炉は、国産原料によるシャモット・レンガを使用した最後の高炉で、レンガおよびモルタルの品質はTable 1に示すような粘土、シャモット質レンガおよびモルタルである。現在使用中の粘土レンガに比べると、耐火度低く、気孔率高く、品質的に劣るが、総出銑量213万t、稼働日数3879日、操業期間の世界記録を樹立した。その操業履歴は次の通りである。

火入年月日 S. 26. 12. 14

吹止年月日 S. 37. 7. 25