

Fig. 5. Power consumption of blower.

3) 送風圧の上昇

炉頂圧を上げた時の送風圧の上昇は、炉内通気抵抗の低下によつて炉内における圧力損失が小さくなるために、炉頂圧上昇分の 60~80% にとどまるといわれているが、本高炉における実績は約 65% となりほぼ予想通りであつた。

4) ガス灰の減少

高圧操業のメリットの一つであるガス灰の減少は本高炉においても認められている。また、火入以来のガス灰の発生も炉頂圧力の高い月には少い (Fig. 4 は除塵器で回収されたガス灰について)。

5) 送風機電力消費量の増加

高圧操業では同一送風量に対する送風圧が高いので、送風機電力消費量は増加するが、東田第 1 高炉用送風機では炉頂圧 0.7 kg/cm² にすると、送風量 1,000 m³ 当り約 8 kWh 増加する (銑鉄 1 t 当り約 11 kWh)。

V. 結 言

東田第 1 高炉は昭和 38 年 8 月 17 日より高圧操業に入り、9 月 6 日より最高炉頂圧 0.7 kg/cm² での操業を続けている。11 月上旬までの操業結果では、出銑量 1,500 t/d (約 10% 増)。コークス比 550 kg/t (約 20 kg/t 減) に達し更にガス灰の減少が認められた。

(24) 低造滓量における高炉操業について

八幡製鉄所、技術管理部 島田正利
" 製鉄部

中村一夫・村井良行・水野葆緑
Low Slag Volume Operation of Blast Furnace.

Masatoshi SHIMADA, Kazuo NAKAMURA,
Yoshiyuki MURAI and Yasuyoshi MIZUNO.

I. 緒 言

近年高品位輸入鉱石の使用増大にともなつて造滓量は低下の傾向をたどつており、従来高炉操業に最適といわれた 300~350 kg/t の造滓量確保が困難となることが予想されるので低造滓量で高炉操業を行なつた場合の、銑鉄トン当り所要熱量、コークス比、成分変動、脱硫など各項目の変動を調査するため、昭和 38 年 3 月 26 日~4 月 11 日の間東田第五高炉において最低造滓量 200 kg/t までの操業試験を行なつたので、その結果を総括する。

II. 試験計画

造滓量 300 kg/t のときを比較基準とし、造滓量 250, 200 kg/t の二水準について、各々 5 日、10 日間保ち、各水準間に 3 日間の調整期間をおくこととしたが、ストライキ操業などのため、200 kg/t 水準には 4 日しか保てなかつた。装入鉱石はブラジル (31.1%)、インド

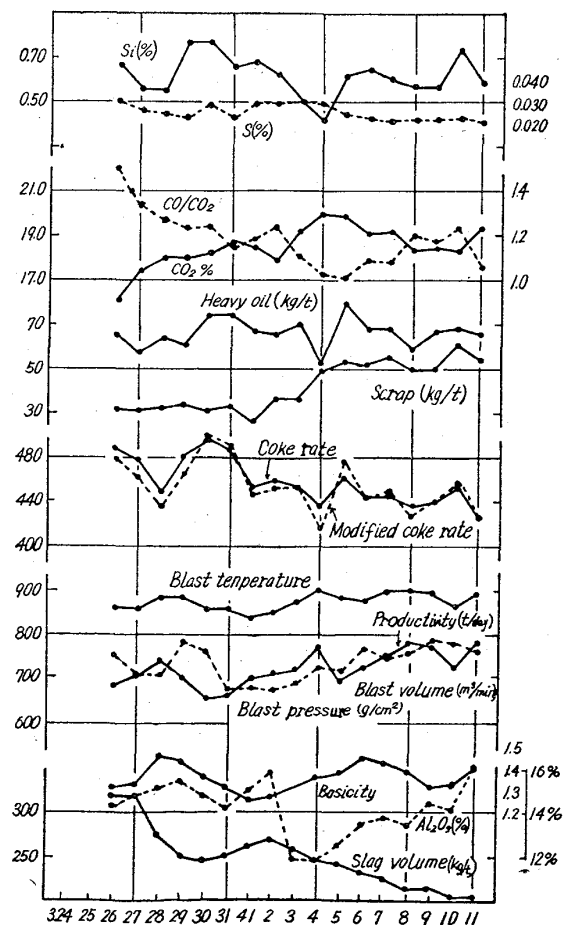


Fig. 1. Operating results.

Table 1. Operation Results.

| Period | I | II | III | Period | I | II | III |
|----------------------------------|---------|--------|--------|--|-------|-------|-------|
| | 30 days | 7 days | 4 days | | | | |
| Theoretical slag volume kg/t | 313 | 250 | 211 | Blast temperature °C | 871 | 870 | 888 |
| Weighed slag volume kg/t | 329 | 294 | 212 | Blast press./Blast volume | 1.11 | 1.04 | 1.09 |
| Productivity t/D | 694 | 720 | 768 | Top gas temperature °C | 215 | 206 | 210 |
| Coke rate kg/t | 464 | 457 | 440 | Top gas CO ₂ % | 16.8 | 18.5 | 18.6 |
| Modified coke rate kg/t | 457 | 454 | 438 | " CO/CO ₂ | 1.38 | 1.18 | 1.17 |
| Ore ratio | 1.498 | 1.445 | 1.384 | Si content in metal % | 0.65 | 0.62 | 0.62 |
| Ore/coke | 3.23 | 3.18 | 3.17 | S content in metal % | 0.028 | 0.025 | 0.022 |
| Heavy oil added kg/t | 67 | 66 | 65 | CaO/SiO ₂ of slag | 1.36 | 1.37 | 1.36 |
| Scrap kg/t | 37 | 42 | 54 | Al ₂ O ₃ content in slag % | 14.62 | 14.17 | 14.57 |
| Blast volume m ³ /min | 722 | 710 | 710 | Hang perday | 0.71 | 1.16 | 2.25 |
| Blast pressure g/cm ² | 799 | 736 | 774 | Slip perday | 0.19 | 0.29 | 0.50 |

Table 2. Sulfur balance.

| Date | Slag | | (S) % | (S)/[S] | Sulfur balance | | | |
|------------|-------------|----------------------|-------|---------|----------------|---------------|----------------|-------------------------|
| | Volume kg/t | CaO/SiO ₂ | | | S charged kg/t | S into slag % | S into metal % | S into dust and error % |
| 3.27 | 320 | 1.33 | 1.004 | 38.6 | 3.69 | 88.6 | 7.3 | 4.1 |
| 28 | 277 | 1.46 | 1.046 | 41.9 | 3.66 | 80.4 | 6.8 | 12.8 |
| 29 | 250 | 1.43 | 1.163 | 50.6 | 3.53 | 85.0 | 6.8 | 8.2 |
| 30 | 246 | 1.36 | 1.141 | 40.7 | 3.64 | 80.6 | 8.0 | 11.4 |
| 31 | 252 | 1.32 | 1.206 | 52.4 | 3.64 | 84.4 | 6.6 | 9.0 |
| 4. 1 | 262 | 1.25 | 1.109 | 38.3 | 3.52 | 87.5 | 8.8 | 3.7 |
| 2 | 269 | 1.27 | 1.040 | 35.9 | 3.46 | 86.1 | 9.0 | 4.9 |
| 3 | 258 | 1.31 | 0.960 | 32.0 | 3.57 | 74.6 | 8.7 | 16.7 |
| 4 | 247 | 1.36 | 1.003 | 34.6 | 3.33 | 78.4 | 9.3 | 12.3 |
| 5 | 242 | 1.38 | 1.112 | 44.5 | 3.59 | 80.0 | 7.5 | 12.5 |
| 6 | 234 | 1.45 | 1.197 | 52.0 | 3.46 | 86.1 | 7.2 | 6.7 |
| 7 | 227 | 1.43 | 1.094 | 52.1 | 3.47 | 76.4 | 6.3 | 17.3 |
| 8 | 215 | 1.39 | 1.072 | 48.7 | 3.37 | 72.8 | 6.8 | 20.4 |
| 9 | 217 | 1.32 | 1.140 | 51.8 | 3.48 | 75.3 | 6.6 | 18.1 |
| 10 | 206 | 1.33 | 1.174 | 51.0 | 3.45 | 75.1 | 7.2 | 17.7 |
| 11 | 206 | 1.40 | 1.277 | 60.8 | 3.42 | 82.4 | 6.7 | 10.9 |
| Period I | 313 | 1.36 | 1.231 | 44.0 | 4.35* | 88.5 | 6.4 | 5.1 |
| Period II | 250 | 1.36 | 1.108 | 45.5 | 3.52 | 80.9 | 7.5 | 11.6 |
| Period III | 211 | 1.36 | 1.165 | 53.0 | 3.43 | 76.4 | 6.8 | 16.7 |

Note * Include the period using H. S. C heavy oil.

(27.4%), 焼結鉄 (41.5%), マンガン鉄, 石灰石, 珪石で造滓量は珪石にて調整し主原料配合は一定に保つ他重油添加量, 雑原料使用量など造滓量以外の操業要因を変動させないよう留意した。

Table 3. Si, S in metal.

| Period | I | III |
|----------------------|--------------------------------------|----------------|
| Number of taps | 32 | 32 |
| Slag volume kg/t | 313 | 211 |
| Si | \bar{X} 0.54 σ 0.12 | 0.62 0.10 |
| S | \bar{X} 0.029 σ 0.005 | 0.022 0.002 |
| CaO/SiO ₂ | \bar{X} 1.31 σ 0.04 | 1.36 0.05 |

III. 試験結果

試験期間中は長時間にわたる休風等の事故なく一応安定した操業状態であつた。操業試験結果を Table 1, Fig. 1 に示す。

IV. 脱硫の検討

期間中の S バランスを Table 2 に示す。(S)/[S] は

Table 4. Mean value of Si, S in metal.

| Period | Jan. | Feb. | I | II | III |
|----------------------|--------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Si | \bar{X} 0.66 σ 0.06 | 0.64 0.09 | 0.65 0.10 | 0.62 0.09 | 0.62 0.07 |
| S | \bar{X} 0.030 σ 0.003 | 0.026 0.003 | 0.028 0.004 | 0.025 0.003 | 0.022 0.001 |
| CaO/SiO ₂ | \bar{X} 1.36 σ 0.06 | 1.36 0.05 | 1.36 0.03 | 1.37 0.06 | 1.37 0.04 |

Table 5. Heat balance.

| Item | | Period | | I | | II | | III | |
|-------------|---|------------|-------|------------|-------|------------|-------|-----|--|
| | | Kcal/t-pig | % | Kcal/t-pig | % | Kcal/t-pig | % | | |
| Heat input | Combustion heat of C to CO | 812,871 | 63.9 | 774,698 | 63.3 | 738,000 | 63.1 | | |
| | Reduction heat of ore by CO | 42,172 | 3.3 | 48,168 | 3.9 | 46,618 | 4.0 | | |
| | Sensible heat of dry blast | 413,708 | 32.5 | 398,063 | 32.5 | 382,788 | 32.7 | | |
| | Sensible heat of blast moisture | 3,139 | 0.3 | 3,219 | 0.3 | 2,657 | 0.2 | | |
| | Total input | 1,271,890 | 100.0 | 1,224,148 | 100.0 | 1,170,063 | 100.0 | | |
| Heat output | Direct reduction of SiO ₂ , MnO, P ₂ O ₅ | 52,079 | 4.1 | 46,055 | 3.8 | 45,409 | 3.9 | | |
| | Solution loss | 283,542 | 22.3 | 319,338 | 26.1 | 309,000 | 26.4 | | |
| | Calcination of lime stone | 34,588 | 2.7 | 40,493 | 3.3 | 33,744 | 2.9 | | |
| | Heat of molten metal | 300,000 | 23.6 | 300,000 | 24.5 | 300,000 | 25.6 | | |
| | Heat of molten slag | 140,850 | 11.1 | 117,000 | 9.5 | 95,400 | 8.1 | | |
| | Decomposition heat of moisture in blast | 21,658 | 1.7 | 15,996 | 1.3 | 12,330 | 1.0 | | |
| | Enthalpy of moisture in top gas | 45,668 | 3.6 | 29,356 | 2.4 | 25,284 | 2.2 | | |
| | Sensible heat of top gas | 147,008 | 11.6 | 136,988 | 11.2 | 127,604 | 10.9 | | |
| | Heat loss | 226,397 | 17.8 | 218,922 | 17.9 | 221,292 | 18.9 | | |
| | Total output | 1,271,890 | 100.0 | 1,224,148 | 100.0 | 1,170,063 | 100.0 | | |

ばらつきが大きい、造滓量の低下と共に上昇の傾向を示している。しかし鉄率へ逃げるSの割合は減少し、全体の脱硫能は低下した。また造滓量の低下とともに、ガス灰、ガス化、誤差項などに出たSは上昇しており、これが滓中Sのばらつき増大によるものか、ガス化Sの増大によるものか明らかでない。

V. 鉄成分の変動

各期間中 [Si] は変化なく、[S] は造滓量と共に低下したがこれは装入Sの減少によるものと思われる。造滓量低下にともなう成分変動を調べ Table 3, Table 4 に結果を掲げる。この結果から造滓量が低下しても Si, S の変動はほとんど変わらず塩基度は若干変動が大きくなっている傾向がうかがわれる。

VI. コークス比に関する検討

試験期間短かくコークス比の比較にはデータが不十分であるが造滓量 100 kg/t の低下により 19 kg/t のコークス比低下をみた。しかし Table 1 よりみれば I と II の差異は小さく、造滓量が大巾に低下した III においてコークス比が低下した結果になっている。炉頂ガス中 CO₂% の上昇は平炉滓使用中止による石灰石原単位の増大が含まれている。コークス比低下は鉄率損失熱、石灰石分解熱、ソリューションロス出熱の増加によるものと予想されるのでこの間の熱勘定を Table 5 に掲げる。

VII. 炉況および出滓作業

風圧/風量には大きな変化はなかつたが、Table 1 にみるように棚スリップは増加した。しかしこれは比較期間 (I) と試験期間 (II), (III) では使用原料が変化しており、特にブラジル鉄石の熱間割れの影響などが考えられるので単に低造滓量のためとはいえない。出滓作業には大きな変化はなく、良好であった。

VIII. 総括

1) 東田 5 高炉において昭和 38 年 3 月 26 日～4 月 11 日まで低造滓量試験を行ない、211 kg/t の造滓量で 4 日間操業した。

2) 造滓量 60, 100 kg/t の低下でコークス比 3, 19 kg/t の低下をみた。

3) 熱精算結果では造滓量 100 kg/t 低下で鉄鉄トン当り所要熱量は約 12 万 kcal 低下した。これは溶滓損失熱、炉頂ガス損失熱の減少によりもたらされたものである。

4) 鉄成分、塩基度には大きな変動はなかつた。

5) 造滓量低下と共に棚スリップが増加したが、これが低造滓量のみによるものかどうかわからない。

(25) 溶鉄炉における流鉄現象について

富士製鉄、広畑製鉄所

若林敬一・江崎 漸・工博 神原健二郎

工博 宮川一男・○金森 健・荻木勝彦

About Iron Flushing from Cinder Notch of Blast Furnace.

Keiichi WAKABAYASHI, Kiyoshi EZAKI,
Dr. Kenjiro KANBARA, Dr. Kazuo MIYAGAWA,
Ken KANAMORI and Katsuhiko CHISAKI.

I. 緒言

溶鉄炉の出滓口から鉄滓とともにでてくる熔鉄を流鉄と呼んでいるが、この流鉄がしばしば出滓口羽口を破るために、鉄滓を十分排出できず、溶鉄炉操業に支障をきたすばかりでなく、出滓作業に危険をともなう。従来、溶鉄炉操業者は、この流鉄を防止するため、原料面でチタン装入量を減じ、溶鉄炉内をクリーニングして、チタンにより生成した炉床隆起物を除去し、操業面では、熱めになるのを防いでチタン酸化物の還元をおさえ、実際作業では、流鉄ができると、一旦出滓作業を中止して出鉄し熔鉄面を下げてから再び出滓したり、出滓口から金棒を押し込んだり空吹しをしたりして十分開口し、鉄滓の流出を容易にしている。これは流鉄の原因が、溶鉄面上昇による溶鉄の鉄率への巻込み、または、出滓口付近に壁ができて溶鉄がたまりこれがおし出される、または、チタンにより溶鉄あるいは鉄滓の粘性が大きくなり