

褐鉄鉱を焙焼により脱砒する条件を求めた結果次の結論を得た。

- (1) 焙焼を行う際の雰囲気としては、脱砒に対して
 - (a) CO は有効であり、普通 CO 10% 程度で充分である。
 - (b) CO₂ は有効ではない。
 - (c) O₂ は有害である。
 従つて焙焼の際の雰囲気としては、弱還元雰囲気である事を要する。
- (2) N₂-CO 雰囲気中で CO 5~10% 含有する弱還元雰囲気中で鉱石粒度 100 メッシュ、800~900°C、2 時間の焙焼において、脱砒率 97~98% を得る事ができる。
- (3) CO 10% を含有する弱還元雰囲気中 900°C における焙焼においては、鉱石粒度 17mm 程度迄ならば粒度は脱砒率に殆んど影響せず、また焙焼時間は 1 h で充分であり、脱砒率 97% を得る事ができる。
- (4) 褐鉄鉱を脱砒するためには、褐鉄鉱を磁鉄鉱の有する FeO/T.Fe の値近傍迄還元する事が必要である。

文 献

- 1) 山根新次: 本邦利用鉄鉱石の砒素含有現況の研究
- 2) 宗宮尙行: 北海道鉄鉱石の脱砒及焼結鉄製造法の改良に関する研究 (1945)
- 3) 鶴野達二: 鉄と鋼, **34** No. 10 1. (1948)
- 4) 湊 秀雄: 褐鉄鉱々床にともなうカリ, 及砒素 (1953)
- 5) W. Ruff: Stahl u. Eisen **52** 1193 (1932)
- 6) W. Luyken: Arch. Eisenhüttenw. **12** 476 (1938~1939)
- 7) J. Klärting: Arch. Eisenhüttenw. **14** 473 (1941)

(16) 還元状況に依る高炉操業の検討 (Studies on the Controlling Factors for the Blast Furnace Operation for Various Reducing Behaviors in the Furnace)

Shigeo Kamatani, et alii.

尼崎製鉄株式会社

金丸陸章・永田鋭一・〇鎌谷重雄

I. 結 言

高炉操業に関してなお経験的技術に依存する範囲が広く、これについて製鉄作業の計測化と相俟ち操業合理化について二、三の検討を行い次に報告する。

II. 還元状況及び風量の銑鉄生産量に及ぼす関係式の決定並びに測定要領

高炉々頂瓦斯成分より炉内還元反応状況並びに風量と銑鉄生産量の関係式について考察し次の関係式を求めらる。

(1) 炉内還元状況を表わす k_1, k_2 の決定式について
 k_1 : 羽口前燃焼 C 量とソリューションロス反応を行う C 量の比

k_2 : 間接還元による被還元 O₂ 量と全被還元 O₂ 量の比

$$k_1 = \frac{0.42}{0.79/(N_2) \cdot [1 - (H_2) - (CH_4)] - 1.21}$$

$$k_2 = \frac{(CO_2)}{2(CO_2) + (CO) - 0.5316(N_2)}$$

但し (CO), (CO₂), (N₂), (H₂) は炉頂瓦斯成分より石灰石分解による CO₂ ガス発生量について補正した高炉ガス成分とする。

(2) 還元状況による風量と銑鉄生産量の関係式について

還元状況を k_1, k_2 とする時、風量に対する銑鉄生産量を被還元酸素量にて表わすと

$$G = \frac{0.3}{k_1(1-k_2)} \cdot Q$$

G: 炉内において還元される全 O₂ 量 (kg)

Q: 風量 (Nm³)

被還元 O₂ 量について装入物中の鉄酸化物以外に銑鉄中に還元される添加成分酸化物の O₂ 量も包含する。また風量は湿分々圧補正を行つた空気量とする。以上により尼鉄 400t/day 高炉において昭和 28 年 12 月より 29 年 3 月まで 1 日 1 回また 30 年 1 月 10 日より 2 月末までの製鋼用銑鉄吹製時において 2h 毎に風量、風圧、熱風温度、炉腹温度、炉頂温度を測定すると共に瓦斯分析試料を採取して 1 日の平均を求める風量は計器指示風量について圧力、湿度、補正を行い瓦斯分析は Hempel 法による。

III. 測定結果及び考察に就て

第二次測定期間中炉況は高熱、低風量の比較的不安定な状態にあり従つて骸炭比は高く、出銑能率も幾分低下していた。鉄鉱石使用割合は大約焼結鉄 50% 赤鉄鉱 35% その他磁鉄鉱質の装入である。期間中操業データ平均を Table 1 に示す。

表中の理論燃焼温度は熱風温度による大気湿分の燃焼温度におよぼす影響を検討した理論値を示す。測定結果

Table 1. Typical data for operation

| Pig iron product t/day | Coke rate | Wind volume m ³ /mn | Blast pressure g/cm ² | Blast temp. °C | k ₁ | k ₂ | Belly temp. °C | Top gas temp. °C | Theoretical flame temp. °C |
|------------------------|-----------|--------------------------------|----------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------|----------------------------|
| 382 | 0787 | 562 | 671 | 787 | 3.832 | 0.5445 | 613 | 333 | 2,129 |

において還元状況を示す k₁, k₂ の関係は信頼度 95% 以上の高度の相関関係を有し回帰直線 k₁=7.21 k₂-0.012 を得、また k₂ は 0.47~0.61 の変化範囲にあつた。従つて操業ファクターの検討については k₂ について考察し相関性を験べると Table 2 の結果を得た。

Table 2. Correlation between k₂ and other data for operation. (N=40)

| Relation | Correlation coefficient | Regression line |
|--|-------------------------|---|
| Theoretical flame temp: t _f | -0.989 | t _f = -2731k ₂ + 3589 |
| Hot blast temp: t _h | -0.679 | t _h = -2500k ₂ + 2125 |
| Top gas temp: t _t | -0.326 | |
| Blast press.: P | -0.519 | P = 1135k ₂ + 53 |
| Wind volume / Blast press. Q/P | -0.454 | Q/P = -1.429k ₂ + 1.631 |
| Wind volume: Q | -0.049 | |
| Belly temp: t _b | -0.250 | |

t: (°C), P: (g/cm²), Q: (m³/mn)

Table 2 より風圧は炉況の k₂ におよぼす相関性の中で最も顕著な関係を有す。また Q/P より幾分相関度の高い結果を得たこの風圧は流量計オリフイス前の圧力を測定したのであるが風圧は操業上重要な性質を有する事が解る。また k₂ は風量による影響は殆んどなく従つて測定状況において 0.3/k₁(1-k₂)=K とする時風量による鉄生産量は比例的即ち G=K·Q の関係にあると考えられる。炉頂瓦斯温度は k₂ の増加と共に低下する傾向を有し炉腹温度は微弱であるが k₂ と正相関性を有する。以上から炉底部において高温な程頂部において温度の低い程 k₂ の増大することがわかる。なお操業に際して通常熱風温度は羽口状況より推察して経験的に決定したのであるが熱風温度指定結果と k₂ とは高度の相関性を有していた。従つて熱風温度は k₂ により決定し得る信頼性の高い事が認められる理論燃焼温度は羽口前燃焼温度の計算値を示すが相関性は風温より幾分高い事より操業に際して大気湿度も僅少であるが影響する様に思われる。次に瓦斯化炭素消費量を CR' とすれば CR' = 0.225Q(1+1/k₁) (kg C) また CR' と G の単位時間の比 CR'/G = 0.75(1-k₁)(1-k₂) 即ち coke/ore に相当する値と熱風温度の関係を求めると測定期間内においては骸炭装入ベース 3t, 鉱石 5.4~6.1t の範囲における荷重で

あるが相関係数 r_{t_h-CR'/G} = -0.0627 (N=40) の無相関の結果であつた前述の様に炉況が比較的不安定な期間であつたため軽装入の場合においても屢々高熱を使用した熱風温度は通常の装入荷重の場合、装入量の軽量よりもむしろ k₂ に直接影響する様に考えられる。Fig. 1 は第一次測定期間中の記録であつてこの期間は熱風温度も比較的低温で炉況も順調な時期であつた Q/P と k₂ は第二次の場合と同様に負相関性を有し酸化度の高い装入鉱石程、同一 Q/P について k₂ の大なる傾向を有した。また酸化度の高いものについては熱風温度が k₂ に関係を有し温度の高いもの程 k₂ が増大しているが低酸化度に到るに従つて熱風温度による相異は認められなかつた。

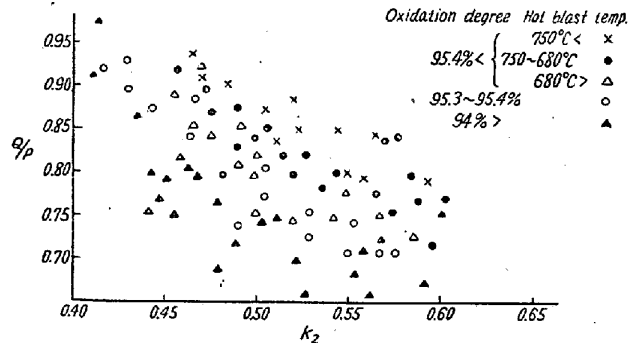


Fig. 1. Relation between wind-volume/blast press. and k₂ with various oxidation degrees of charged iron ores.

IV. 送風量及び骸炭比に対する考察

第一次測定期間中 1 月度は焼結鉱補給不円滑のため装入鉄石銘柄変更多く、このため 1 月度の記録を除外する。Table 3 は装入鉄鉱石酸化度風量 CR' および k₂ を示す。

Table 3. Typical data for operation

| | Oxidation degree (%) | Q (m ³ /ton pig) | k ₂ | CR' (kg C/ton pig) |
|------|----------------------|-----------------------------|----------------|--------------------|
| Dec. | 94.99 | 2,312 | 0.5463 | 662.09 |
| Feb. | 93.64 | 2,128 | 0.4849 | 629.18 |
| Mar. | 93.25 | 2,174 | 0.5001 | 632.65 |

当期間における k₁, k₂ の関係は k₁=7.15k₂-0.18 を与えかつこの関係式が期間を通じて各月の平均に適用可

能か否かを驗べるため k_2 より K を求め Table 4 に炉頂瓦斯成分より求めた G と装入酸化鉄よりの G とを比較し兩値に殆んど相異を生じなかつたため一応 k_1-k_2 関係式は満足されるものとして考察を行う。

Table 4. Comparison of G between calculated from top gas chemical components and from charged iron oxides.

| | Dec. | Feb. | Mar. |
|---------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| G from top gas ($G=K \cdot Q$) | $0.1775 \times 2,312 = 410.4$ | $0.1772 \times 2,128 = 377.1$ | $0.1767 \times 2,174 = 384.1$ |
| G from iron oxides | 414.3 | 375.9 | 385.5 |

以上の結果より k_2, K の関係を求めると $k_2=0.525$ にて最小値をもつ拋物線となる。従つて Q はこの点において同一被還元 O_2 量に対して最大風量を必要とする。

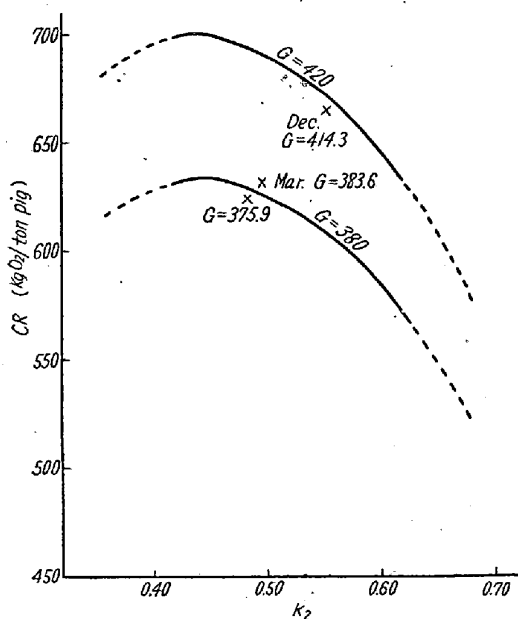


Fig. 2. Relation between CR and K_2 with various G .

また同一条件において銑鉄 t 当り被還元 O_2 量より物質精算的に k_2 と CR' の関係を求めると Fig. 2 の如くなる。Fig. 2 より測定範囲内において CR', K_2 の関係は $k_2=0.44$ において極大値をもつ曲線となつた。従つて以上より操業は低風量、低炭比を要求されるため極力 k_2 を増大せしめることであると考えられる。図中 12 月度は 2, 3 月度より k_2 は大になつてゐるが銑鉄 t 当り O_2 量の大なるため反つて CR' が増加していることは注目を要する。

V. 結 言

炉内還元状況および還元係数 (K) による風量と被還元 O_2 量の関係式を求め還元状況を表す。 k_2 は風圧、風量/風圧および炉頂温度に關係を有し、また熱風温度と k_2 とは顯著な相関性を有し實際操業において熱風温度は炭比よりもむしろ k_2 に直接關係を有している様である。これは高炉熱精算調より解る様に熱風顯熱は炉頂ガス潜熱に比して 1/5~1/6 程度の熱量である事からも k_2 の重要性が理解できる。また k_2 の増加と共に銑鉄 t 当り風量および炭比は低下し好成績を期待し得る事も認められた。

(17) 羽口水準に於て測定せる炉芯の大きさと炉況との關係について (On the Relation between Inactive Central Core Measured at Tuyere Level and Blast Furnace Operation)

Tetsuzo Noji.

株式会社中山製鋼所 工 菊 池 正
工〇野 路 哲 三

I. 結 言

熔銑炉内羽口前コークスの燃焼は羽口尖端よりある限られた距離内で行われ湯溜中央にはコークスの燃焼しない炉芯が存在する。これは羽口の覗き孔より鉄棒を挿入すると羽口尖端から 1~2m の距離にてかたい壁につきあたることから探知しうる。熔銑炉内の諸々の物理的化學的變化の源としての熱およびガスの発生は羽口前の反応によるが故に羽口水準の炉芯の大きさは炉況と密接に關係すると考えられるので、中山製鋼所第二熔銑炉 (湯溜直径 5,600mm, 羽口突出 250mm) において昭和 28 年末より研究を続け、その一部は既に学振 54 委において報告したが、その後新しく得られた結果について述べる。

II. 炉 芯 の 測 定

羽口覗き孔をあけて 3/4" の丸棒を突つ込み炉内に透入した距離を測定し羽口水準の炉芯面積を計算した。測定はすべて出銑直後に行ひ操作は人間の手によつた。炉芯の測定は原則として毎日第 1 回出銑後に行つてゐる。

III. 炉芯の大きさの時間的變化

炉芯の大きさは炉況によつて變化する。炉況として風