

(2) 添加水分の影響

焼結層の通気性を左右する添加水分の影響を見るためにシヤモット耐火物粉にコークス粉を加えて 0.033, 0.055, 0.076 g/cc の密度として、それぞれ水分を累増した結果 0.033 g/cc の場合はいずれも十分に燃焼せず、0.055, 0.076 g/cc 共に水分 11% で風量、加熱温度は最高となり、焼結時間は最も短い。また加熱気圏は一定のコークス量の場合、単位時間の通気量が多くなると酸化気圏になる傾向が認められる。例を 0.055 g/cc にとり図示したのが Fig. 2 である。

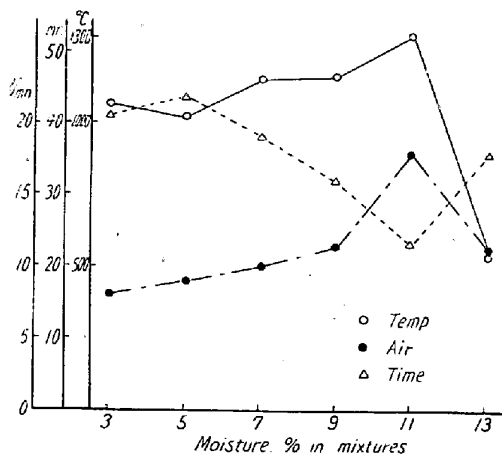


Fig. 2.

(3) 赤鉄鉱添加による影響

焼結鍋中の粉鉄鉱に対する反応前の加熱ガス組成を推定する場合、CO ガスと反応の少ないシヤモット耐火物粉と粉コークスとを用いて、粉コークスの燃焼により発生するガスを以つて粉鉄鉱が曝されるガス組成と推定してよいか、もしそれならば粉鉄鉱をシヤモット粉に添加するにしたがい CO% は鉄鉱石と還元反応をおこない減少して、CO₂% が増加するはずである。それを確認するためにシヤモット粉に反応性の良いブラジル赤鉄鉱の粉鉄を種々に混合量を変えて、コークス密度は 0.055 g/cc に一定にして水分 11%、吸引通気量 20 l/mn で実験をおこなつた。O₂ のほとんど認められぬ場合の $(CO/CO+CO_2) \times 100\%$ と赤鉄鉱の添加割合との関係を求めると Fig. 3 が得られた。Fig. 3 より赤鉄鉱の添加量が 26% 以下の場合に反応しない CO が認められ、26% 以上は CO% はほとんど一定であつて、それは還元量が一定のためと考えられる。

これらの実験結果より、シヤモット耐火物粉とコークス粉の混合物を焼結物とし、点火焼結する際に発生するガス組成をもつて粉鉄鉱が曝される加熱気圏と考え鉄鉱石の焼結組織の解明に参考となるものと考えた。

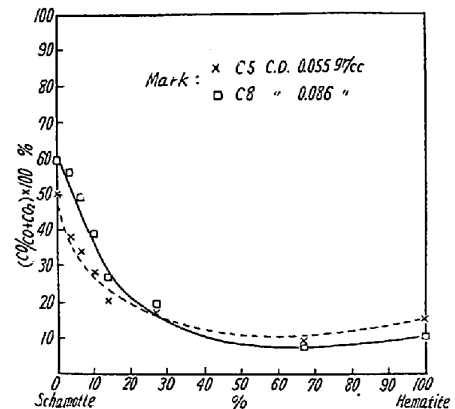


Fig. 3.

IV. 総 括

過去の焼結反応の研究によれば焼結帯の直下にきわめて薄い還元焙焼帯が認められている。しかし焼結条件の広範囲な要因の変化に伴い、還元焙焼帯がどのように変化するか明らかでなかつた。特に粉コークスの燃焼により起る加熱温度と加熱気圏はほとんど知られておらず、ここに当所で鉄鉱石の反応前の状態を把握する手段の一つとして小型焼結試験鍋により、ガスと反応の不活性なシヤモット耐火物と粉コークスとの混合物に適当な水分を添加し普通焼結をおこない、鍋内の一点の温度およびガス組成を推定できる可能性を認めた。

(20) 室蘭製鉄所焼結工場の最近の操業および諸調査について

On Recent Operation and Some Investigation in the Sintering Plant of Muroran Iron Works.

Hiroshi Narikawa, et alii.

富士製鉄、室蘭製鉄所

塚本 孝・成川 弘・田口敏雄・平田徳蔵

I. 緒 言

当所焼結工場は既設ドワイドロイド式焼結機 2 基 (Lurgi 型 750 t/1 基/day) に隣接して、さらに McKee 型の能力 1000 t/day の D. L 式焼結機 1 基増設となり昭和 32 年 11 月末完成試運転に入り、爾後 1 年になるのでその後の操業状況、諸性能調査結果を報告する。

II. 操業状況

(1) 最近数カ月の生産高および稼働率

| | | Product (t) | Production rate (t/h) | Operation ratio (%) |
|-----------|----------|-------------|-----------------------|---------------------|
| 1958 Aug. | No. 1 SM | 23,324 | 33.84* | |
| | No. 2 SM | 22,650 | | |
| | No. 3 SM | 26,318 | 42.01 | |
| | Total | 72,292 | | |
| Sept. | No. 1 SM | 23,490 | 34.50* | |
| | No. 2 SM | 21,467 | | |
| | No. 3 SM | 27,542 | 41.93 | |
| | Total | 72,499 | | |
| Oct. | No. 1 SM | 23,568 | 34.22* | |
| | No. 2 SM | 23,603 | | |
| | No. 3 SM | 27,911 | 41.39 | |
| | Total | 75,082 | | |

Note: *Mean value.

Operation ratio = Operating time / calendar time × 100%.

(2) 配合原料および焼結鉱の化学分析および粒度分布

配合原料および焼結鉱の化学分析および粒度分布を Table 1 および Table 2 に示す。

III. 諸調査事項

(主として新設置の No. 3 SM について)

(1) 各ウィンドボックスの通風量、漏風率を調査した結果の 1 例を Fig. 1, Fig. 2 に示す。

ただし

$$\text{漏風率} = \frac{\text{枝管風量} - \text{焼結層を通る有効風量}}{\text{枝管風量}} \times 100\%$$

(2) 主排気装置の漏風調査

グレートバー上面に厚紙(青写真感光紙)を敷き主排風機ダンパーの開度を変え、負圧を変え、ストランドから排風本管にいたるまでの漏風量の調査および carbon バランスによる漏風測定結果を Fig. 3 (省略会場にて揭示) Fig. 4 に示す。

Table 1. Chemical composition of sinter and raw material.

| | | T. Fe | FeO | SiO ₂ | Cu | S | | | T. Fe | S |
|--------|-------|-------|-------|------------------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|
| | | 1958 | 1958 | | | | | | | |
| Sinter | Jan. | 58.81 | 17.67 | 10.15 | 0.048 | 0.124 | Raw material | Jan. | 55.27 | 0.612 |
| | Feb. | 58.45 | 21.31 | 10.12 | 0.045 | 0.128 | | Feb. | 54.54 | 0.610 |
| | Mar. | 59.43 | 23.12 | 10.60 | 0.058 | 0.095 | | Mar. | 55.27 | 0.612 |
| | Apr. | 58.48 | 19.86 | 10.62 | 0.049 | 0.093 | | Apr. | 54.58 | 0.610 |
| | May. | 59.16 | 19.85 | 10.45 | 0.061 | 0.092 | | May. | 54.77 | 0.791 |
| | Jun. | 59.31 | 21.49 | 10.35 | 0.056 | 0.079 | | Jun. | 54.80 | 0.656 |
| | Jul. | 59.19 | 20.61 | 10.33 | 0.053 | 0.067 | | Jul. | 54.66 | 0.508 |
| | Aug. | 59.39 | 22.83 | 10.37 | 0.049 | 0.073 | | Aug. | 53.96 | 0.540 |
| | Sept. | 59.26 | 21.96 | 10.03 | 0.060 | 0.094 | | Sept. | 53.97 | 0.689 |
| | Oct. | 59.40 | 22.50 | 10.44 | 0.045 | 0.098 | | Oct. | 54.16 | 0.646 |

Table 2. Size distribution of sinter and raw material.

| | | 100mm < | 100~75 | 75~50 | 50~25 | 25~10 | 10~5 | 5 mm > | Mean size |
|--------|-------|---------|--------|-------|-------|-------|------|--------|-----------|
| | | 1958 | 1958 | | | | | | |
| Sinter | Jan. | 6.1 | 4.8 | 10.4 | 22.7 | 40.2 | 6.5 | 9.3 | 36.08 |
| | Feb. | 4.3 | 4.3 | 11.7 | 27.8 | 41.4 | 5.5 | 5.0 | 35.59 |
| | Mar. | 2.8 | 3.8 | 9.7 | 23.6 | 48.5 | 6.2 | 5.4 | 31.45 |
| | Apr. | 4.6 | 4.7 | 9.6 | 24.1 | 44.4 | 6.7 | 5.9 | 32.33 |
| | May. | 3.1 | 3.3 | 8.2 | 19.5 | 50.3 | 7.7 | 7.9 | 29.53 |
| | Jun. | 2.8 | 4.8 | 11.0 | 22.5 | 42.3 | 6.9 | 9.7 | 31.81 |
| | Jul. | 2.9 | 4.3 | 10.0 | 20.8 | 48.2 | 7.1 | 6.7 | 31.30 |
| | Aug. | 3.5 | 4.7 | 9.8 | 19.7 | 48.0 | 6.6 | 7.7 | 32.00 |
| | Sept. | 1.8 | 3.0 | 9.6 | 21.1 | 50.7 | 6.1 | 7.7 | 28.75 |
| | Oct. | 2.9 | 4.6 | 9.4 | 18.6 | 48.9 | 6.7 | 8.9 | 30.51 |

| | | 25 mm < | 25~10 | 10~5 | 5~20 mesh | 20~32 | 32~60 | 60~100 | 100~150 | 150~200 | mesh 200 > | Mean size |
|--------------|-------|---------|-------|-------|-----------|-------|-------|--------|---------|---------|------------|-----------|
| | | 1958 | 1958 | | | | | | | | | |
| Raw material | Jan. | 0 | 7.5 | 19.1 | 31.2 | 7.4 | 11.6 | 10.3 | 6.9 | 1.8 | 4.2 | 4.60 |
| | Feb. | 0.2 | 7.0 | 22.0 | 31.8 | 7.6 | 10.1 | 9.2 | 6.1 | 1.7 | 4.3 | 4.72 |
| | Mar. | 0.1 | 6.2 | 18.7 | 34.2 | 8.2 | 10.7 | 9.7 | 6.8 | 1.8 | 3.6 | 4.39 |
| | Apr. | 0.1 | 5.1 | 18.5 | 34.8 | 8.5 | 10.4 | 9.8 | 7.8 | 1.7 | 3.3 | 4.23 |
| | May. | 0.08 | 3.78 | 18.14 | 36.20 | 9.32 | 11.18 | 8.85 | 8.16 | 1.74 | 2.55 | 3.99 |
| | Jun. | 0.03 | 4.10 | 18.37 | 35.65 | 8.08 | 10.24 | 10.03 | 8.91 | 1.56 | 3.03 | 4.04 |
| | Jul. | 0.03 | 3.68 | 20.77 | 32.26 | 7.28 | 10.05 | 9.82 | 7.53 | 1.13 | 3.25 | 4.11 |
| | Aug. | 0.10 | 5.13 | 21.42 | 35.29 | 7.59 | 9.71 | 8.99 | 6.96 | 1.23 | 3.58 | 4.36 |
| | Sept. | 0.05 | 6.14 | 23.32 | 35.33 | 7.00 | 8.93 | 8.13 | 6.22 | 1.33 | 3.55 | 4.60 |
| | Oct. | 0.17 | 5.29 | 22.09 | 35.82 | 7.41 | 8.78 | 8.21 | 6.53 | 1.55 | 4.15 | 4.44 |

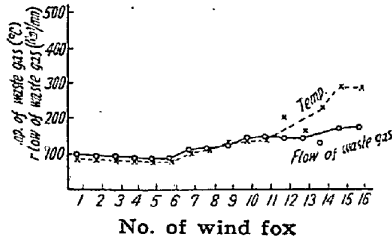


Fig. 1. Temp. and vol. of air at each wind-box.

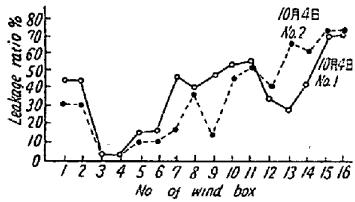


Fig. 2. Leakage ratio of each wind-box.

(3) 主排風装置の収塵効率調査

セッティングチャンバーおよびサイクロンの収塵効率を測定した結果はつぎの通りである。

セッティングチャンバー収塵効率

$$\eta_s = \frac{W_s}{W_s + W_c + W} \times 100\% = 82.4\%$$

サイクロン収塵効率

$$\eta_c = \frac{W_c}{W_c + W} \times 100\% = 69.2\%$$

総合収塵効率

$$\eta_t = \frac{W_s + W_c}{W_s + W_c + W} \times 100\% = 94.8\%$$

ただし、 W_s ; セッティングチャンバー収塵量

W_c ; サイクロン収塵量

W ; サイクロン逸出量

(4) 冷却器排ガス中の含有ダスト粒度分布

Table 3 の通りである。なお含塵量は $4.62 \sim 8.62 \text{ g/Nm}^3$ (平均 6.82 g/Nm^3) である。

以上は三菱造船と当所が協同しておこなったものである。

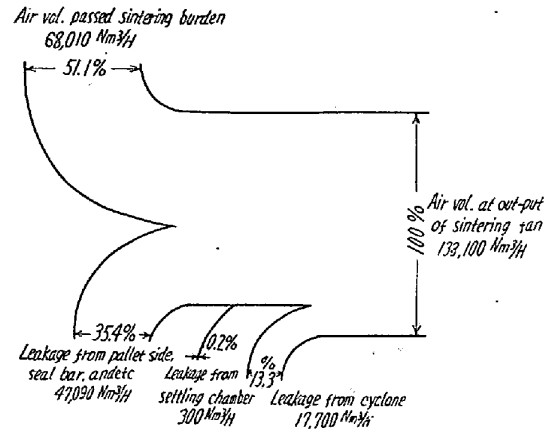


Fig. 4. Air balance during sintering process measured by carbon analysis.

(4) パーレットにおける装入分布調査試験

ドラムフィーダー装入の No. 1, 2 SM と新設置の No. 3 SM のスイングスパート装入方式の比較をおこなった結果を Fig. 5 に示す。試料は上, 下方向に3等分, 横方向に3等分して採取し, 粒度分布, carbon 分析をおこなった。

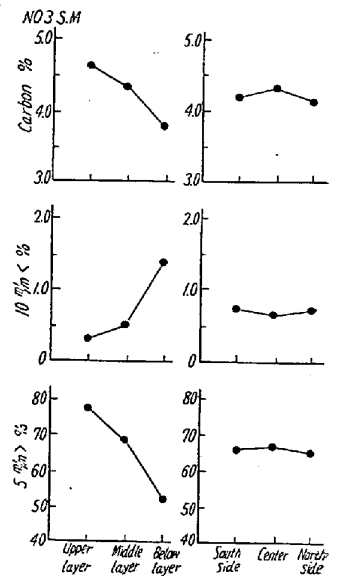


Fig. 5.

IV. 物質収支, および熱精算

物質収支は、T.Fe と S について、熱精算は、No.

3 SM と、No. 3 クーラーにつきおこなったが、ここにはクーラーの熱精算を Fig. 6 示す。

なおクーラーより排出される焼結鉍温度はつぎの通りである。クーラースクレーパーより掻き落される焼結鉍をスコップで採取し、ただちに台秤上の水槽(ドラム罐)中に投入して温度測定をおこなった。Table 4 に結果を示す。

Table 3. Size distribution of the dust contained in the cooler waste gas.

| Situation for sampling | Test No. | Date | mesh 6> | 6 ~14 | 14 ~20 | 20 ~35 | 35 ~65 | 65 ~100 | 100 ~150 | 150 ~170 | 170 ~220 | 220 ~270 | 270 ~325 | mesh 325> |
|-----------------------------|----------|------|---------|-------|--------|--------|--------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| Duct between cooler and fan | No. 1 | 9/23 | 0.1 | 0.8 | 0.9 | 3.2 | 6.3 | 8.5 | 18.8 | 3.8 | 12.1 | 7.9 | 9.9 | 27.7 |
| | No. 2 | 9/23 | 0.1 | 0.7 | 0.9 | 2.8 | 5.8 | 9.6 | 17.4 | 3.0 | 8.8 | 7.7 | 10.2 | 33.0 |
| | No. 3 | 9/24 | 0 | 0.5 | 0.5 | 1.7 | 3.8 | 5.9 | 12.2 | 2.4 | 11.3 | 6.0 | 9.9 | 45.8 |
| Duct of out put of fan | No. 4 | 9/24 | 0 | 0.2 | 0.3 | 2.5 | 6.8 | 6.9 | 12.1 | 3.5 | 7.1 | 10.7 | 9.1 | 40.8 |
| | No. 5 | 9/25 | 0 | 0.1 | 0.2 | 1.2 | 3.4 | 5.5 | 9.0 | 1.8 | 5.5 | 7.8 | 12.7 | 52.8 |
| | No. 6 | 9/25 | 0 | 0.1 | 0.2 | 1.2 | 3.6 | 5.6 | 11.4 | 1.8 | 7.0 | 10.7 | 10.8 | 47.6 |

Table 4. Temp of the sinter, output of the cooler.

| Date of testing | 10/5 | | | 10/6 | | | | 10/6 | | | |
|---------------------------------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 14°05' | 14°50' | 15°35' | 9°40' | 10°15' | 10°36' | 10°55' | 12°50' | 13°12' | 13°35' | 13°55' |
| Temp. of water °C before put in | 16.2 | 15.8 | 15.5 | 15.5 | 15.2 | 15.0 | 15.2 | 15.2 | 15.2 | 15.2 | 15.0 |
| Temp. of water °C after put in | 19.3 | 22.5 | 24.0 | 18.0 | 18.1 | 21.8 | 20.6 | 27.8 | 24.0 | 20.2 | 21.4 |
| Vol. of water (l) | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 |
| Adjusted vol. of water (l) | 171.7 | 171.7 | 171.7 | 171.7 | 171.7 | 171.7 | 171.7 | 171.7 | 171.7 | 171.7 | 171.7 |
| Weight of sinter kg | 23.8 | 39.2 | 59.2 | 47.6 | 33.5 | 48.1 | 53.3 | 50.3 | 55.3 | 48.3 | 57.5 |
| Temp. of sinter °C | 145 | 186 | 165 | 70 | 105 | 160 | 125 | 260 | 175 | 125 | 135 |
| Specific heat °C | 0.175 | 0.178 | 0.177 | 0.168 | 0.171 | 0.174 | 0.173 | 0.185 | 0.177 | 0.173 | 0.174 |

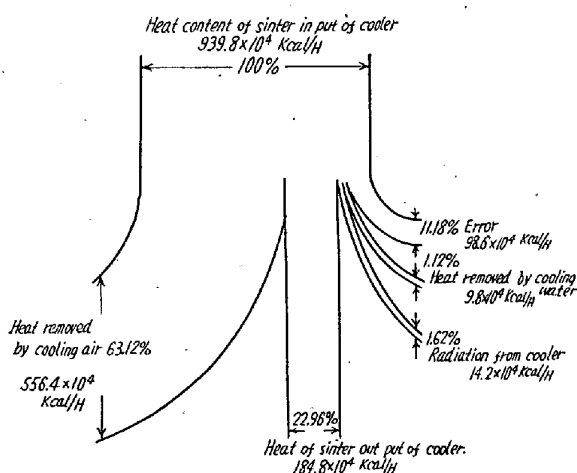


Fig. 6. Heat balance of the cooler.

(21) 含チタンスラグ—溶銑間の還元反応

Reducing Reactions between Molten Slags Containing Titanium-Oxide and Pig Iron

Kazumi Mori.

茨城大学工学部金属工学教室 森 一 美

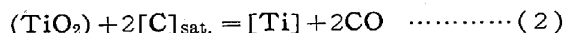
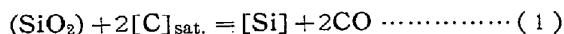
I. 緒 言

周知のように含チタン鉄鉱を製鉄原料として使用する場合、TiO₂ の過還元により難溶融のチタンの炭化物および窒化物を生じ、これが操業上大きな困難をもたらす。また Si の還元や脱硫反応においても TiO₂ の特異な挙動に由来する現象が見られる。これらはかなり古くからの問題であるが、その基礎となる含チタンスラグ—溶銑間反応の物理化学的研究は今なお、きめて不十分である。著者はまずこの問題を非可逆過程の熱力学的な立場から、Si と Ti の同時還元反応として取り上げ、

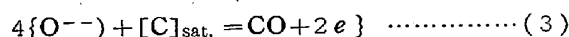
CaO-SiO₂-TiO₂ 系と炭素飽和溶銑間の還元反応の実験をおこない、その結果について著者の最近研究した含チタンスラグの特性、特にスラグの新しい塩基度を取りいれて考察を加えた。

II. 研究の基本的考え方

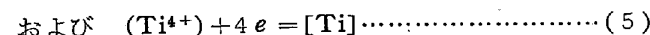
含チタンスラグ—溶銑間の Si, Ti の還元反応は普通の意味の平衡論的研究がきわめて困難である。それは還元反応がおそく、平衡到達までに長時間を要するとともに、その間に還元された Ti が TiC となり溶銑中に飽和されてしまうからである。したがって本問題は Si と Ti の同時反応とし、還元反応の進行途中を捕えなければならない。還元反応は



であるが、これは電気化学的な式になおせば、anode 反応として



cathode 反応として



となる。

(4), (5) の cathode 反応について、電極電位をそれぞれ E₁, E₂ とすれば、E₁ = E₂ である。さらに活量の代りに濃度をとれば、

$$E_1 = E_{eq,1} - \pi_1 = E_2 + (RT/4F) \ln (\text{Si}^{4+}) / [\text{Si}] - \pi_1 \dots\dots\dots (6)$$

$$E_2 = E_{eq,2} - \pi_2 = E_2 + (RT/4F) \ln (\text{Ti}^{4+}) / [\text{Ti}] - \pi_2 \dots\dots\dots (7)$$

ただし、E_{eq,1}, E_{eq,2} は平衡電位、π₁, π₂ は過電圧である。

非可逆過程の熱力学にしたがつて force を過電圧、flux を電流とし、(4), (5) の同時反応を coupling させ、flux に直線関係を用いれば、entropy production