

(3) またこれを利用して色々な問題点をおりこんだシミュレーションを試行し、鋼種Aの生産能力の検討など、生産管理上の諸指標を得た。

今回行なつた一連のシミュレーションの結果は、当工場の生産管理に直接役立つばかりでなく、このような研究が進むにつれて製鋼工場の管理が将来大きく前進するものと確信している。

文 献

- 1) 甲斐他: 鉄と鋼, 48 (1962) 11, p. 1321

669.187.012.2:669.15-198:669.
046.581:669.788:669.047

(40) 電気炉工場における原料中の水素管理

八幡製鉄所製鋼部

小出 隆・中川 一・伊藤裕雄

Hydrogen Control of Raw Materials in an Electric Furnace Steel Plant.

Takashi KOIDE, Hajime NAKAGAWA and Yasuo ITO.

I. 緒 言

鋼塊の水素含有量を減少せしめる最も簡便でしかも効果を確実に期待できる方法として、溶製過程に添加する各種合金鉄、造滓剤などを事前に加熱脱水して使用することは、多くの製鋼工場、特に特殊鋼を製造する電気炉工場で標準作業として行なわれている所である。しかしながら所期の目的を達するために必要にして十分な加熱の条件如何という点に関してはほとんど明らかにされていないのが現状である。そこでこれらについて究明すべく行なつた 2, 3 の実験と、その結果に基いて各種加熱炉を設置、操業して所期の成果を得ている当所電気炉工場の例を下記に報告する。

II. 合金鉄および造滓剤の水素または水分

電炉工場に到着直後の各種原料について、その含有水素量あるいは水分を実測した結果を Table 1 に示す。

Table 1 によれば、一部を除いて多くの原料の水素含有量 (あるいは水分) は相当高い値を示しており、使用量と精錬法如何によつては大部分の合金鉄および造滓剤は脱水素もしくは脱水してから用いなければ溶鋼中水素が著しく上昇し、鋼塊品質に重大な悪影響をおよぼす事が考えられる。

III. 合金鉄の加熱脱水素実験

合金鉄を加熱して有効に脱水素するのに必要な条件を見出すため、実験室的に下記の試験を行なつた。しかし実際操業用の加熱炉の建設費、維持費および合金鉄の酸化などを考慮すると、操業に支障のない限り低温加熱する事が好ましい。そこで他の条件と考え合わせて、主として3時間の恒温加熱を行なう場合について実験した。実験方法の概要は下記のごとくである。

(1) 試料の脱湿; CaCl_2 デシケーター

(2) 試料の調整; 偏析を考慮して約 15mm に破碎したのち混合縮分し、1 試料を約 50g とした。

(3) 加熱炉; 電熱マツフル炉

(4) 恒温加熱温度; 100~800°C

(5) 定 量; 真空加熱法, 950°C×30 min

実験の結果は Fig. 1 に示すごとくで、一般に 15mm 程度の粒度の合金鉄を脱水素を目的として各種温度で3時間恒温加熱する場合、Fe-Mn 系合金鉄は 400~500°C で、Si-Mn および Fe-Si などは 600~800°C で加熱することにより効果的に脱水素が行なわれ、それ以上の温度で加熱してもほとんど昇熱しただけの効果を期待できないことがわかつた。

なお、実際に使用する粒度の合金鉄に Fig. 1 がどの程度に適用できるかを確認するために、600°C で Table 1 と同じ粒度の合金鉄を3時間加熱したがほとんど結果に差異は認められず、この程度の加熱温度で合金鉄中の水素を除去する場合には加熱時間よりも温度の影響の方が大である事が推定された。

IV. 生石灰の加熱脱水素実験

生石灰の加熱による脱水素のための条件を求める実験に当つては下記の点を考慮した。すなわち $\text{Ca}(\text{OH})_2$ の

Table 1. Hydrogen or moisture contents of raw materials.

| Samples | Hydrogen (ppm) | Moisture (wt%) | Size (mm) | Remarks |
|----------------------------|----------------|----------------|----------------|-----------------------|
| 75% ferrosilicon | 9.8~17.6 | — | 40~60 | |
| Low-carbon ferrochrome | 4.3~6.0 | — | 100~150 | |
| High-carbon ferromanganese | 7.6~18.1 | — | 60~100 | |
| Low-carbon ferromanganese | 8.2 | — | 25~40 | |
| Ferrosilicon-manganese | 14.4 | — | 40~60 | |
| Ferrosilicon-chrome | 6.0~9.4 | — | 40~60 | |
| Electrolytic nickel | 0.2 | — | 10 (thickness) | Vacuum-heated |
| Burnt lime | — | 1.0~10 | 40~60 | Burnt in a shaft kiln |
| Crushed silica-bricks | — | 3.0~10 | 20~40 | |

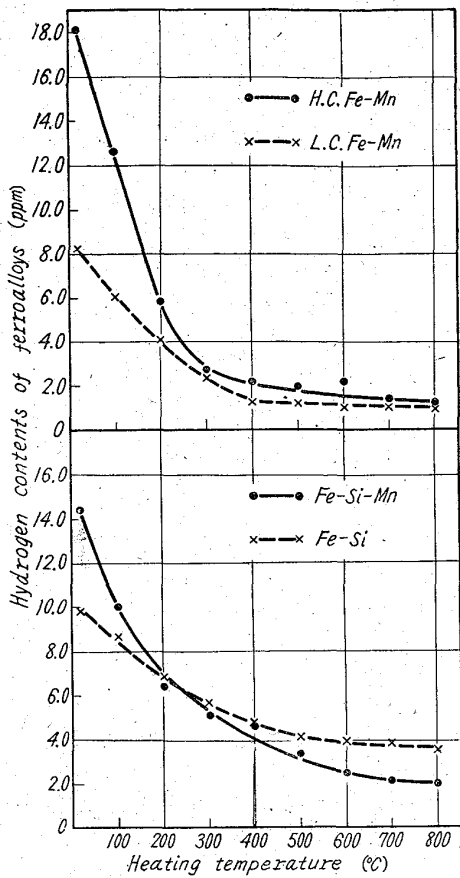


Fig. 1. Effect of heating temperature on hydrogen contents of ferroalloys (Holding time : 3 h).

PH₂O が 400°C 前後で大気中水蒸気分圧と平衡することから 400°C 以上で恒温加熱し、その時間を変化させて脱水の状況を観察した。実験方法の概要は下記のごとくである。

(1) 試料の調整; 約 40mm の生石灰を灼熱減量がなくなるまで加熱した後水分 5% 程度に吸湿させ、約 200 g づつに分けて各々を 1 試料とする。

- (2) 加熱炉; 電熱マッフル炉
- (3) 恒温加熱 温度; 400~700°C
- (4) 定量; 重量法

実験の結果は、Fig. 2 のごとくである。すなわち 400°C の加熱では脱水は認められず、500~600°C の加熱によりかなり急速に脱水が進行し、700°C では所定温度に達するとはほとんど同時に脱水が完了することが判った。

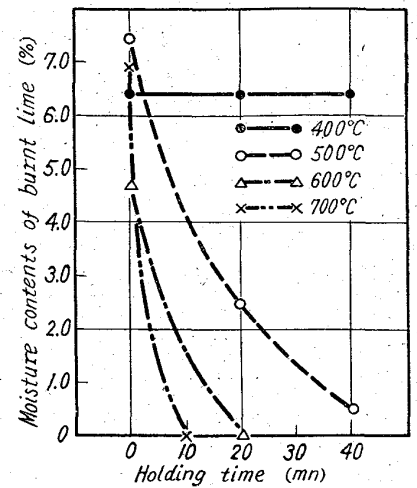


Fig. 2. Effect of heating temperature on moisture content of burnt lime.

V. 各種加熱炉の設置とその操業結果

以上の実験の結果その他に基き、当電気炉工場では現在 Table 2 のごとく各種加熱炉を設置し、最適と思われる条件で操業して鋼塊中水素の低減に資している。また、作業の円滑化とより一層の脱水素を目的として、炉体および附属設備の改造、新設を現在進めつつある。

VI. 結 言

以上を要約すればつぎのごとくである。

(1) 製鋼工場で使用する多くの合金鉄および造滓剤は入荷状態では多量の水素または水分も含んでおり、これなどをそのまま使用する事は鋼塊の品質上非常に有害である。

(2) 合金鉄中の水素を除去するには 600°C 程度で約 3 時間加熱すれば十分に効果を期待し得る。当電気炉工場では 500~800°C に加熱可能な合金鉄加熱炉を設置し、操業基準として 3 時間以上加熱する事にした結果、すべての合金鉄中の水素を 4 ppm 以下に管理し得る。

(3) 生石灰の水分を工業的に脱水するには少なくとも

Table 2. Various heating furnaces for ferroalloys or fluxing agents and their effects.

| Type of furnaces | Batch f'ce | Shaft f'ce | Shaft f'ce | Rotary kiln |
|---|---|---------------|--|------------------------------------|
| Number of furnaces | 1 | 2 | 2 | 1 |
| Heating temperature (°C) | 500~800 | 500~800 | Max 350 | 500~950 |
| Capacity (t/day) | 40 | 20×2 | 40×2 | 24 |
| Fuel | Coke-oven gas | Coke-oven gas | Coken-over gas | Coke-oven gas or blast furnace gas |
| Charge | Ferrosilicon Ferromanganese Ferrochrome etc., | Ferrochrome | Lime stone, crushed silica bricks, fluorspar | Burnt lime |
| Hydrogen content of ferroalloys after treatment (ppm) | Max 4.0 | Max 4.0 | — | — |
| Moisture content of fluxing agent after treatment (%) | — | — | Max 0.50 | Max 0.50 |
| Accessory equipments | | | | 4t-air-tight storage bin |

も 500°C 以上の温度が必要だが、伝熱の点を十分に考慮すれば 800°C 以上の加熱温度は不要な事が判つた。当電気炉工場では 500~950°C に加熱可能な生石灰脱水用ロータリーキルンを設置した結果、数%の水分を含む生石灰を1時間の加熱によりすべて 0.5%以下に管理し得た。

た鉄鉄および鉄鉱石の成分を Table 2 に示す。

(5) 装入方法: 鋼屑, 鉱石, 石灰をバケツで炉中に装入後, 溶銑を樋により装入口から注入した。

III. 試験結果

(1) 操業結果: 各法の操業結果を Table 3 に示す。

(2) 成分変化: 製鋼反応の概要を表わす一例として脱炭曲線を Fig. 1 に示す。なお参考に第1回試験および Dr. Dür rer の報告の結果もあわせてのせた。

669.187.25:669.162.275.12-404

(41) 電気炉による溶銑操業試験について

三菱鋼材深川製鋼所 6304/
藤岡尚精・皿田 実・岡 正雄
Refining of Liquid Pig Iron in an
Electric Arc Furnace. 364~366
Naoyoshi FUJIOKA, Minoru SARADA
Masao OKA.

I. 緒 言

電気炉製鋼法が他の製鋼法に対比される場合、今後考慮されるべき項目の一つに溶銑使用の問題がある。

当社は昭和 35 年 Dr. Dür rer の実験の追試を行ない基礎資料を得たが、今回砂鉄銑を利用し再度試験を実施した。本報ではそのうち製鋼作業について報告する。

II. 試験方法

試験は普通配合の冷材操業と溶銑操業を同一炉同一鋼種で行ない、溶銑操業に対しては酸化剤の影響をあわせて調査の対象とした。

- (1) 試験 炉: 8 t 塩基性電気炉
- (2) 試験鋼種: Sup 3
- (3) 試験溶解数: 各法 4 ヒート
- (4) 試験配合, 使用原料: 試験溶解の配合割合を Table 1 に、使用し

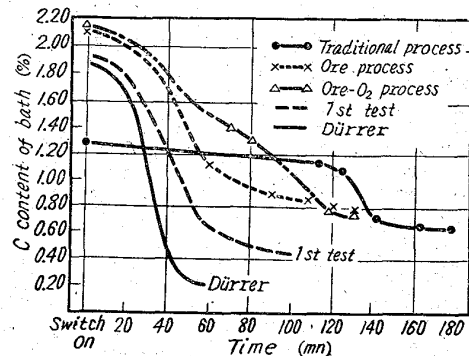


Fig. 1. Decarburization curve.

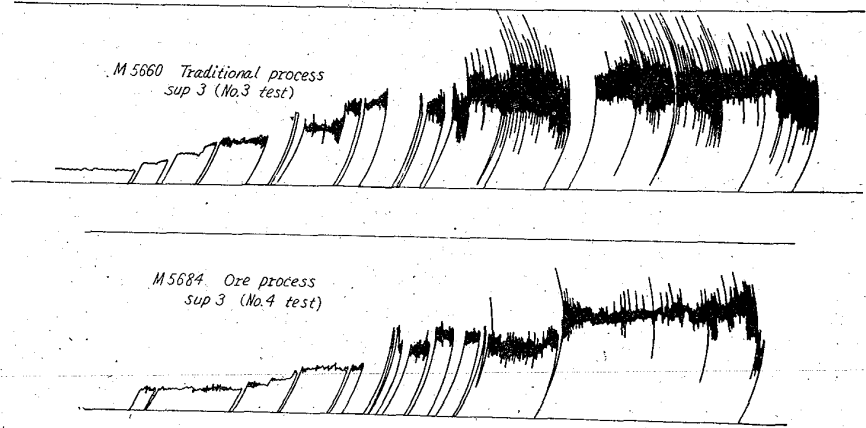


Fig. 2. Input records for traditional and ore process.

Table 1. Proportions of raw materials.

| Process | Proportions of raw materials | | | | |
|---------------------|------------------------------|--------------|----------------|------------|-------------|
| | Pig iron | Return scrap | Purchase scrap | Ore | Lime |
| Traditional process | Solid 15% | 20% | 65% | — | 16.0 kg / t |
| Ore process | Liquid 50% | 20% | 30% | 140 kg / t | 54.0 kg / t |
| Ore-oxygen process | Liquid 50% | 20% | 30% | 90 kg / t | 45.0 kg / t |

Table 2. Chemical composition of pig iron and ore. (%)

| Materials | C | Si | Mn | P | S | Ni | Cr | Cu | Ti | V | Sn | As |
|---------------------------|-------|--------------------------------|------|------------------|--------------------------------|-------|--------|-------|-------|------|-------|----|
| Pig iron {solid liquid | 4.19 | 0.27 | 0.64 | 0.260 | 0.045 | 0.010 | 0.023 | 0.008 | 0.14 | 0.40 | 0.004 | tr |
| | 3.99 | 0.09 | 0.63 | 0.268 | 0.013 | 0.017 | 0.032 | 0.010 | 0.037 | 0.41 | 0.004 | tr |
| Materials | T. Fe | Fe ₂ O ₃ | FeO | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | MgO | Ig. l. | P | S | Cu | Mn | |
| Iron ore | 55.00 | 78.00 | 0.86 | 3.22 | 6.99 | 0.13 | 0.35 | 0.088 | 0.044 | tr | 0.14 | |