

(a) Sinter produced in practice (b) Sinter including fuel oil (c) Sinter including fluorspar
H: Hematite, M: Magnetite, cf: Ca-ferrite, P: Pore, S: Slag

Photo. 1. Microstructure of three kinds of sinter.

る。第2に生じた Fe^{++} が急激に還元され、M.Fe が増加する温度範囲がマルコナ鉄鉱石では、 $700^{\circ}C \sim 900^{\circ}C$ であるのに対して、焼結鉱では、 $500^{\circ}C \sim 700^{\circ}C$ で比較的低温である。第3に鉄鉱石では Fe^{++} は $900^{\circ}C \sim 1000^{\circ}C$ 3 h 還元では完全にならず、ある程度残留するのに対して、焼結鉱では $800^{\circ}C \sim 900^{\circ}C$ でほとんど存在しなくなることである。つぎに重油の添加を行なった焼結鉱 (B) は現場焼結鉱 (A)、螢石添加焼結鉱 (C) に比較して、 $500^{\circ}C$ ですでに $Fe_2O_3 \rightarrow Fe_3O_4 \rightarrow Fe$ の還元が進行して M.Fe が相当存在しており、また (A) は $800^{\circ}C$ でまだ Fe^{++} が存在するが (B) (C) は全然存在せず還元が終了する。

つぎに還元温度と還元速度の関係について検討を行なったが、焼結鉱は鉄鉱石に比べて還元速度はあらゆる温度にわたって大きく、特に還元初期の速度に大きな差が認められる。これは焼結鉱の有する多孔性のため、ガスとの接触面積が大きいためである。

また焼結鉱を比較すると、(B) (C) は (A) に比して、速度は大で時に高温の還元で差が大きい。

2) 気孔率、酸化度と還元率との関係

前述のいろいろな焼結鉱などに関し学振法により真の比重と見掛の比重を測定し、気孔率を計算した。また分析値から酸化度を計算し、両者と還元率の関係を求めたが、いずれもその値が大なるほど還元率が高く相関関係を持つており、特に後者の場合は顕著である。

3) 焼結鉱の顕微鏡組織

各種焼結鉱は被還元性、強度などにおいて異なった性質を示しているが、それを顕微鏡で明らかにした。

(A) 現場焼結鉱……Photo. 1 (a) に示すように全体として溶融型の結合で、酸化鉄粒子は slag によつて包含され、また magnetite の大きい dendrite 組織が存在し、Ca-ferrite は極くわずかしが認められない。この点より被還元性が悪いものと考えられる。

(B) 重油添加焼結鉱……Ca-ferrite が針状によく発達している、典型的な拡散型結合であり、(A) のような magnetite の dendrite はみうけられない。また気孔率も現場焼結鉱に比べて大きいことが観察される。

(C) 螢石添加焼結鉱……Ca-ferrite はよく発達しているが、重油の場合に比較して、拡散型よりもむしろ、slag がよく発達して、その中に Ca-ferrite や気孔が存在しているというべきである。(A) ほど magnetite の dendrite 組織もあまり認められない。

以上の観察より還元率の相違は重油、螢石添加焼結鉱が現場焼結鉱に比べて、Ca-ferrite が非常によく発達していること、および重油の場合はそれが針状に拡散型結合として存在し、螢石の場合は流動性のよい slag が発達してその中に Ca-ferrite が存在することによるものと考えられる。

IV. 結 言

焼結鉱の品質を改良するためにまず第一歩として、現在の自溶性焼結鉱と重油ならびに螢石添加焼結鉱を比較し、主として焼結鉱の被還元性について検討を加えた。そしてその結果、自溶性焼結鉱よりも良好な被還元性を有することが判明した。

66% 187.2
(34) 旧式電気炉の近代化とその経済性について

三菱製鋼長崎製鋼所

○中司正夫・田代晃一・荒木良平

芳賀三千億・竹内 淳

Economic Effects Obtained by the Reformation of an Antiquated Electric Furnace.

Masao NAKATSUKASA, Kōichi TASHIRO,

Ryōhei ARAKI, Michio HAGA

and Sunao TAKEUCHI.

I. 緒 言

最近電気製鋼の分野においては、トップチャージ方式、大容量変圧器、および高性能自動電流調整装置、ならびに誘導攪拌装置などの機能的進歩による大型化と、酸素製鋼、真空脱ガス法の採用などによる精錬技術上の革

命によつて、その経済性の向上は誠に目ざましいものがある。

このため高級鋼に対してはもとより、普通鋼の量産においてすら、冷装による限り、経済性において平炉製鋼を完全に圧倒するに至り、我国においても鉄鋼需要の増大ならびに電力事情の好転と相俟つて、最近大型電気炉建設が踵を接して行われつつある現状である。

しかしながら企業の見地よりすれば新鋭電気炉の建設もさることながら、旧式電気炉の近代化もまた閑却すべからざる問題であり、採算的に二者いずれを選ぶべきかは、事前に充分の検討が加えられるべきことは今さらいうまでもない。

当所も鑄鍛鋼製品大型化の要請に応じて、他に魁けて大型電気炉を建設したが、一方これと併行して過去数年間にわたり旧式 20 t 電気炉の近代化に努力し、その結果同炉の生産性は向上しその経済性も新設 50 t 炉のそれに比肩する好成績を収め得たので、以下近代化の内容、および電力、電極および炉材など電気炉操業費中の主要費目に関して改造時期別の解析を行ない、これと 50 t 電気炉のそれとの比較を行なつた結果について報告する。

II. 設備の改造ならびに操業法の進歩の要約

(1) 二次電圧の昇圧 (昭和 29 年 6 月)

5450 kVA トランスの二次電圧を 150 V より 260 V に昇圧

(2) 酸素製鋼法実施 (昭和 29 年 9 月)

隣接の T 酸素 K. K. よりパイプ配管により炉前のリザーバーに受け、それより各炉に供給

(3) トランス容量の増大および附帯設備改造 (昭和 31 年 11 月)

a) トランスの容量増大のために 7500 kVA 新設

b) 電極ホルダーを楔止め式より圧縮空気遠方操作方式 (レクトロ方式) に切替

c) 電極調整装置をバランスリレー方式よりアンプリダイナー方式に切替

d) 電極昇降機構を固定型マストよりレクトロ式昇降型マストに切替

(4) 炉用遮断器取替 (昭和 32 年 3 月)

油入遮断器を磁器遮断器に切替

(5) 集塵装置設置 (昭和 32 年 12 月)

(6) 天蓋構築方式の改良 (昭和 33 年 9 月)

従来のフラット型を蜂巣型煉瓦を基調とする天蓋、(ZEK)方式に改良

(7) 炉容の拡大 (昭和 34 年 11 月)

炉底煉瓦の段数および炉床スタンプ厚さの減少により鋼浴容積を拡大し 20 t (over charge で 25 t まで) 溶解を 30 t 溶解に増大した。

以上の事項を要約すると Table 1 の通りであるが爾後の説明の便宜上、改造を次の 4 期に分類する。

第 1 期 昇圧、酸素製鋼法実施以前 (29/9 以前)

第 2 期 昇圧、酸素製鋼法実施 (29/9~31/10)

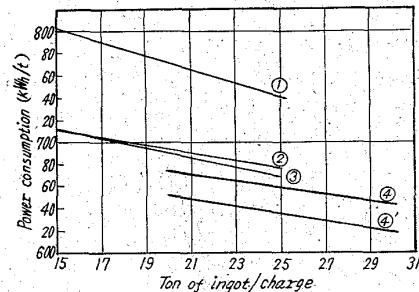
第 3 期 トランス新設および附帯設備改造 (31/11~34/11)

第 4 期 炉容拡大 (34/11 以降)

III. 近代化による成果

Table 1. General description of the electric furnace before and after improvement.

	Before improvement	After improvement
Type of furnace	Héroult	Héroult
Nominal charging weight	20 t	30 t
Charging method	Side charging	Side charging
Shell diameter	4600mm	4600mm
Depth of bath	658mm	774mm
Bath dia at sill level	3130mm	3370mm
Transformer capacity	5450kVA	7500kVA
Secondary voltage	{150V~111V 4 taps	275V~110V 12 taps
Regulator	Balance relay	Amplidyne
Holder	Wedge type	Lectromelt
Electrode	16 in.	16 in.



- ①: The 1st period (29/3~5)
steel melted in air $y = -6.156x + 895.0$
- ②: The 2nd period (31/8~9)
steel melted in air $y = -3.347x + 760.4$
- ③: The 3rd period (34/1~2)
steel melted in air $y = -4.215x + 772.0$
- ④: The 4th period (36/12~37/12)
vacuum steel $y = -3.097x + 735.4$
- ④': The 4th period (35/7~10)
steel melted in air $y = -3.412x + 720.0$

Fig. 1. Comparison of power consumption.

(1) 電力原単位の低減

各期の電力原単位を示せば Fig. 1 の通りで改造による効果が顕著である。なお各時期とも、期間内における 1 日の操業回数にかなりの変動があるので操業回数が 4 回/day のある期間のものを各 50 charge 宛抽出した。

(2) 電極原単位の低減

各期における電極原単位は、会場にて示すが、電力原単位の場合と同様効果がいちじるしい。唯各 charge ごとの消耗量が押えられないため、月毎の原単位として出した関係上いろいろの鋼種が含まれており、電力原単位の場合のように判然たる層別化がなされていない憾みがある。また炉容拡大後には真空造塊が実施されており、その影響もあつて拡大前と顕著な差は認められていない。

(3) 炉容拡大による生産性の向上

炉容拡大前後の生産性の比較を Fig. 2 に示す。拡大前においては 1 charge の溶解が 20 t を超えるにつれて、生産性上昇の曲線が漸次飽和する傾向を示している。これに反して拡大後は 30 t まで拡大前の上昇率をそのまま踏襲して伸長している。すなわち炉容拡大によ

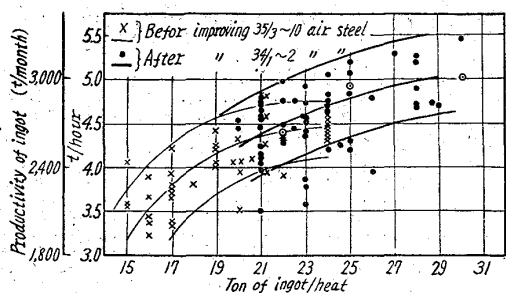


Fig. 2. Comparison of productivity before and after increase of the bath depth.

Period	Electrode	Power	Roof wall	Total
The 1st period (28 1/2~29 1/2)	28.6	64.2	35.3	128.1
The 2nd period (29 1/2~31 1/2)	18.5	57.4	27.2	103.1
The 3rd period (31 1/2~33 1/2)	15.4	52.5	25.0	92.9
The 4th period (33 1/2~35 1/2)	15.7	54.0	24.0	93.7
50t furnace (36 1/2~37 1/2)	20.2	51.5	24.5	96.2

Fig. 3. Comparison of operational cost.

る生産性の向上がはつきりと認められる。ただし、対象 charge: 4回/day 操業の鍛造用鋼(大気鋼のみ)で、

拡大前 47 charge

拡大後 57 charge

をとつた。

また図中、

$t/\text{時} = 1 \text{ charge}$ の鋼塊 t / 装入始から次の charge の装入始までの時間 (w)

$t/\text{月} = (24 \text{ 時} \times 25 \text{ 日}/w) \times 1 \text{ charge}$ の鋼塊 t

として計算した。

(4) 経済性の検討

各期別および 50 t 炉の鋼塊 t 当りの主要操業費の比較を Fig. 3 に示す。図中各費目の数字は第 1 期の鋼塊 t 当りの主要操業費の total を 100% とした場合の比較値であるが、改造による効果が明瞭に原価低減となつて現われている。なお第 4 期が第 3 期より cost 高となっているが、これは第 4 期から真空造塊を開始していること、また生産計画の都合上鋼塊 t/heat が第 3 期と大差がなかつたので炉容拡大の効果を発揮することが出来なかつたことが主原因である。

また 50 t 炉のごく最近の操業費と比較した場合、50 t 炉がわずかに cost 高となつているがこれは電極および炉壁になお若干の問題を包蔵していることと、50 t 炉の稼働率が低いことに起因しているものである。

IV. 結 言

当所では大型電炉を新設する傍ら既存の旧式電炉の新鋭化に着目し過去数年間にわたつていろいろ改造を行なつてきた。その結果改造前に較べ生産性は向上し主要操業費が 20 数% 低下した新設 50 t 炉のそれと肩をならべるほどの好成績を収めている。これは電炉工場の合理化を計画する場合、設備投資抑制の趨勢に鑑み、

大型炉の新設を企てることのほか既存の電炉設備の新鋭化に意を注ぐことも一つの方法であることを示唆するもので、この意味において今後電炉の更新を計らんとする方々になんらかの参考になればはなはだ幸いである。

669, 187, 231

(35) 炉床温度管理について

住友金属工業鋼管製造所

62215

仲谷正二・江藤重任・内田信三

Control of the Hearth Temperature.

Shoji NAKAYA, Shigeto ETO and Shinzo UCHIDA.

I. 結 言 1271~1272

アーク炉の炉床内温度を測定し、その温度上昇傾向から溶鋼に接触する炉床内表面の損耗が大事にいたらぬ前に補修ドロマイトを投入することが行なわれている。本報告は当所 50 t アーク炉について実施した結果を整理し、損耗状態推定の可能性を検討したものである。

II. 日常管理用測定点の位置

測定点の位置、電極下: A 極および C 極下 (Fig. 1 参照) 炉足部: 主口と補助口の間 主口側, 出鋼口側。

いずれもマグネシア, スタンプ層の損耗しやすい位置に相当し、熱電対先端はマグネシア, スタンプ層とクローム煉瓦層の境界にある。

熱電対: Pyrotanax (Type 125 HT2/NC, NA)

C-A 熱電対 0.6 ϕ , シース 3 ϕ ϕ 。

外部保護管: 材質, 18-8 Ni-Cr 鋼 12 ϕ \times 2 t.

計器: 電子管式温度記録計。

III. 測定結果とその検討

Fig. 2 は稼働初期, 1 日 1 回出鋼当時のもので、電極下測定点の温度は比較的低いが、周期的変化をくりかえしている。一方 Fig. 3 は温度は Fig. 2 に比し高いが周期的変動は認められない。1 日 4~5 回出鋼の最近の状況である。

これは半無限固体の表面温度が周期的変化を行なうとき、時間が十分経過すれば最初の温度分布の影響は消失し、内部では定常的、周期的温度変化だけが残る。そのとき深さ x の位置における最大温度振巾は、

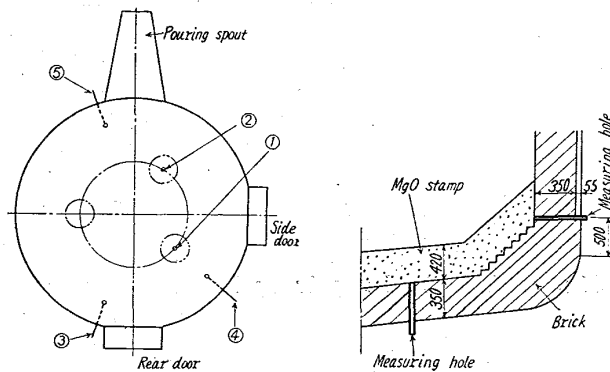


Fig. 1. Measuring points.