

## (30) デマーク式 60t 電気炉の操業実績について

神戸製鋼所高砂工場製鋼課

久保慶正・○宮脇哲彦・南 幹男  
技術課 長谷場 泰造

Operation Data of a Demag 60t Electric Furnace.

Yoshimasa KUBO, Tetuhiko MIYAWAKI,  
Mikio MINAMI and Taizō HASEBA.

## I. 緒 言

大型電気炉の新設については数年来内外の炉について検討してきたが、その性能が優れている Demag 社製炉を採用し 1960 年 9 月新設し、1961 年 3 月頃より大型鍛鋼および小型圧延鋼などを順調に生産し、今日におよんだので、同 3 月から同 10 月までの操業の実績を報告する。

## II. 稼動経過

## (イ) 炉仕様と操業

炉寸法は Fig. 1 に示す。容量: 公称 60t, トランス容量: 18000 KVA, トランス一次電圧: 22000V, トランス二次電圧: 370V~100V, 電極制御方式: EKM 方式, 炉槽施回度: 左右 30° 駆動装置: 電動機およびエアーモーター, 炉蓋施廻度: 炉前方向 60° である。操

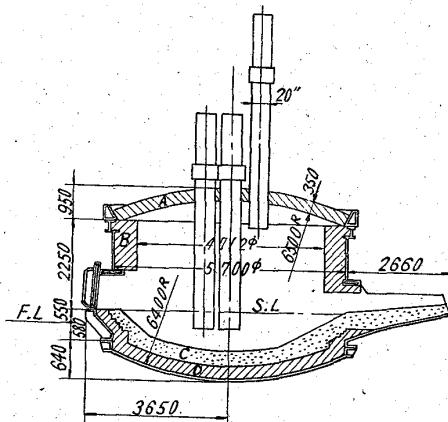


Fig. 1. Size of the furnace.

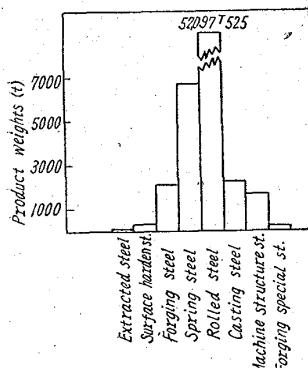


Fig. 2. Result of product weight and kinds of steel product during a period from March to Oct. 1961.

の配合方法、カサ比重の管理、適切な炉槽旋回の実施、溶解中酸素の有効利用を行なつた。Fig. 3 は装入主原料カサ比重と溶解速度の関係で二者につき一定の関係は見られないが 900~1100 kg/m³ に管理している。溶解

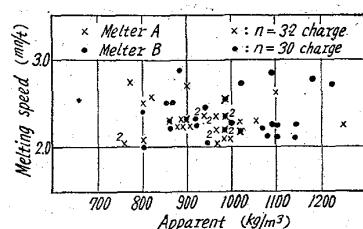


Fig. 2. Relation between melting speed and apparent specific weight of the raw material.

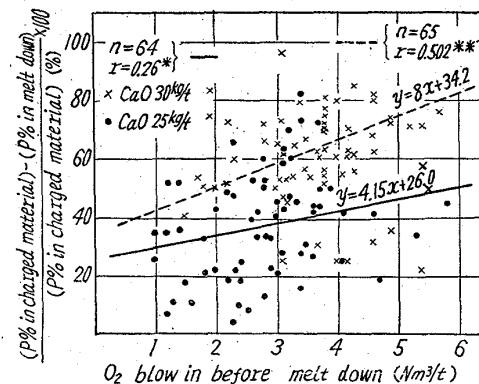


Fig. 4. Relation between dephosphorizing ratio until melt-down and O₂ blown-in before melt-down with variable weight of charged CaO.

速度の管理は溶落成分の規正に關係し、主原料配合およびカサ比重の管理と共に溶解中炉槽旋回を実施し装入は 1 回目 38 t ~ 43 t で 2 回目は 17 t ~ 25 t としている。また溶落までに P など酸化除去できるものはできるだけ溶落までにこれを行い後の精錬作業を重点的かつ円滑に行うため溶落前に酸素吹込を行なうと共に装入石灰を 2 回に分割し、その装入量の適正化をも検討し行なつた結果が Fig. 4 のようである。すなわち溶解中炉槽を一定時期に旋回し、酸素の有効吹込を行うことにより溶落時の [P] を低くする予備精錬の目的を十分に達しさらに溶解時間をも短縮することができた。その結果を Table 1 に示す。

## (ハ) 精錬

従来の 25t 電気炉の精錬方法と本質的に異なるものと考えないが、大きいシェル直径およびバスの深さの湯槽から予想される溶鋼温度、精錬反応、拡散速度等の不均一、還元期における均一鋼滓反応と温度調節の困難などがあり、諸因子との関係について詳しい検討を行なつてあるが、出鋼口を一部改造し酸化精錬を容易にし、温度均一化のための炉槽旋回および酸素攪拌の実施、還元期における諸因子の検討を得て精錬方法を Table 2 のように分類している。酸化期において沸騰反応を行う直前実施した酸素攪拌の結果については Table 3 のようである。これから酸素攪拌の結果はかなりよいが、炉槽旋回の効果も無視できない。が十分といえないでの装置を考慮する必要がある。本期間に於いて溶製した 65t 型鋼塊までの N=43 について鍋下 [H] % は  $\bar{x} = 2.75 \times 10^{-4}$  であり、さらに真空铸造を行なつた 43t 型以上のものに

Table 1. Effect of O<sub>2</sub> blow-in before melt-down on the time from power-on until melt-down (during 1961·8·1~31).

Details Kinds of steel	Charging weight (t)	Average value of O <sub>2</sub> blow-in (Nm <sup>3</sup> /t)	Average value of melting time (mn)	Decreased value of melting time (mn)
Low-carbon rolled steel (N : 50)	60·8 63·5	0 4·2	2°39' 2°25'	14'
High-carbon rolled steel (N : 20)	62·4 62·5	0 3·9	2°36' 2°21'	15'
Casting steel (N : 6)	56·4 55·6	0 3·0	2°30' 2°14'	16'
Forging steel (N : 9)	56·9 56·9	0 2·0	2°40' 2°23'	17'

については Fig. 5 のような結果が得られた。

### III. 諸原単位

大型電気炉の炉壁の損耗は Fume よび反応による溶融の外に Hot spot の集中溶損があり局部的に特殊煉瓦などの使用で改善し、原単位の推移は Table 4 のようになつた。天井煉瓦は通電初期の電圧調整、原料装入法、冷却水の管理などにより一応安定した。出鋼毎の補修は投射器を使用しかなりその時間短縮が得られ1961年5月以来は  $\bar{x}=28·5$  分となつた。電力原単位、電極原単位は溶製する鋼種、原料、精錬法に左右され、電極原単位は電極(20時)自身の品質による割れ、酸化などの

Table 2. Kinds of steel and methods of its refining.

Kinds of steel	Detail	Oxydation period	Reduction period	Slag treatment
Forging and casting steel	Ore and O <sub>2</sub> method	Two-step method	Two-slag method	
High-carbon rolled steel	O <sub>2</sub> method	One-step method	One-slag method	
Low-carbon rolled steel	O <sub>2</sub> method	One-step method	One-slag method	

問題があり、メーカーとさらに検討を行なつて接続部の抜落は「滑り止め」付を使用し解決している。

### IV. 結言

1960年9月建設を完了した大型電気炉について1961年3月から10月までの操業実績について述べたが要約次の如くである。

(i) 炉壁部の「hot spot」については original の drawing に種々検討を加えて現在好成績を得ているが、さらに研究をしたい。

(ii) 溶解作業管理上主原料カサ比重は 900 kg/m<sup>3</sup>

Table 3. Result of measurement of temperature with an immersion pyrometer in the molten bath of a 60 t electric furnace.

Periods	Positions	Top part in the molten bath (n=2) $\bar{x}$	Middle part in the molten bath (n=2) $\bar{x}$	Bottom part in the molten bath (n=2) $\bar{x}$	Remarks
After O <sub>2</sub> stirring in the oxydation period.	Center of shell Below carbon electrode Center of steel	1600°C 1610°C 1612°C	1590°C 1610°C 1612°C	1595°C 1611°C 1613°C	Non stirring by hand
During reduction period	Center of shell Below carbon electrode	1598°C 1586°C	1608°C 1589°C	1610°C 1588°C	Stirring by hand
Before tapping	Below carbon electrode	1594°C	1600°C	1598°C	Stirring by hand

Table 4. Consumption unit of bricks electrode, electric power during a period from March to Oct. 1961.

Consumption unit	Month at 1961	3	4	5	6	7	8	9	10
Side wall brick per ton ingot (kg/t)	—	4·7	—	3·2	—	2·4	—	1·9	
Side wall brick per hour in power on (kg/t)	—	68·6	—	50·4	—	36·7	—	29·1	
Roof brick per ton ingot (kg/t)	4·8	6·1	5·2	3·3	2·8	3·4	3·2	2·9	
Electric power per ton ingot (kWh/t)	619	600	610	581	595	605	578	590	
Carbon electrode per ton ingot (kg/t)	7·6	7·7	7·4	6·2	6·1	6·8	6·3	6·0	

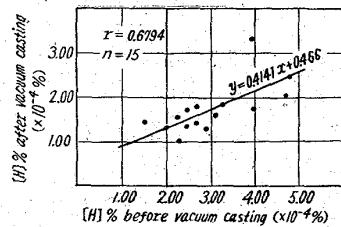


Fig. 5. Result of degassing by vacuum casting with large forging ingots (43t~65t).

~100 kg/m<sup>3</sup> に管理し、装入石灰は 30 kg/t を 2 回に分割装入を行なつてある。

(iii) 電極については、ニップル部抜落は「滑り止」付によつて解決したが、割れ、酸化などについてさらに研究を要する。

(iv) 溶落までの酸素吹込は溶銑装入で好結果（本社工場）が得られ、冷材装入で採用したが、溶落までの脱P率向上と溶解時間短縮が得られた。

(v) 大型炉では溶鋼温度および反応の均一化のため溶鋼攪拌が必要で現在酸素攪拌と炉槽施回でかなりの効果を得た。

(vi) 20t~100t 型の大型鋳鍛鋼塊についても真空鋳造の併用により優良な製品が得られることが、超音波試験、その他の確性試験で確認された。

No. 62031  
669.187.2 : 669.063.8-837  
ibid. 365.2

### (31) 大型電気炉における誘導攪拌の効果について P. 383 ~ 384

三菱製鋼長崎製鋼所

中司正夫・田代晃一・芳賀三千億  
竹内淳・○轟木透

Effects Obtained by Induction Stirring  
in a Large Electric Furnace.

Masao NAKATSUKASA, Kōichi TASHIRO  
Micaho HAGA, Sunao TAKEUCHI  
and Tōru TODOROKI.

#### I. 緒 言

当所においては大型電気炉による高級鋳鍛鋼素材の溶製に備え、1959年 50t 電気炉建設当初より予め誘導攪拌装置の装着を計画準備してきたが、本年 8月取付を完了し 9月より稼動に入ったので、現在までに得られた本装置の精錬効果におよぼす影響についてその概要を報告する。

#### II. 装 置

- a) 誘導攪拌器 350KVA (220V, 800A, 2相)
- b) 低周波発電機 2台各 175KVA, 220V, 800A, 1775 rpm, 周波数 0.4~1.8 c/s
- c) 同上用駆動電動機 1台, 3相誘導電動機 280kW, 440V
- d) 低周波励磁装置  
励磁機 2台, 各 30V, 63A, 3500 rpm  
同上用駆動電動機 1台 9kW, 440V
- e) 配電盤 3面, および制御操作盤 1面
- f) 冷却装置 (熱交換器およびポンプなど)
- g) 攪拌装置および炉底板温度測定装置
- h) フィルター, 送風機, その他付属設備

#### III. 調査結果およびその考察

##### 1. 酸化期における脱磷におよぼす影響

第1酸化期においては Fig. 1(a) のごとく鋼浴鋼滓間の反応が促進され脱磷速度は約 70% の増加を示すが第2酸化期においては Fig. 1(b) に見ることく高温による復磷と吹酸による攪拌の影響もありその差は第1酸化期程顕著でなく、脱磷速度は約 40% の増加に止つて

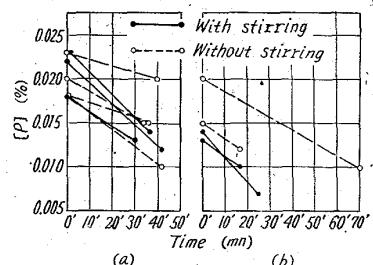
いる。

##### 2. 吹酸効率におよぼす影響

酸化期における吹酸効率の増加について、吹酸前のC含有量と使用酸素量の関係を調査した結果、誘導攪拌を使用する事により吹酸前のC

%が低いものにその効果が著しく、0.10%以下の中では吹酸効率は、8.5%~13.7%より 12.1~27.5%へと増加している。

##### 3. 還元期における脱酸脱硫の促進



(a) First oxidizing period  
(b) Second oxidizing period  
Fig. 1. Dephosphorization during oxidizing periods.

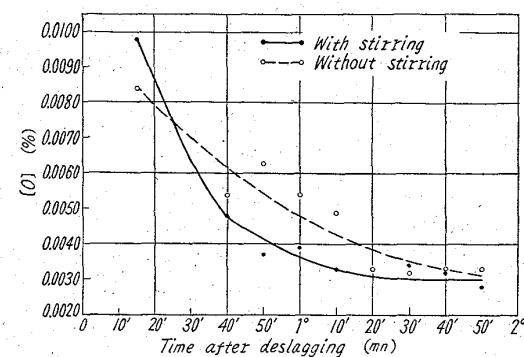


Fig. 2. Deoxidation during reducing period.

鍛造用普通鋼 (S.F. 55相当) につき Fig. 2 に脱酸経過を、Fig. 3 に脱硫経過を示す。誘導攪拌により脱酸脱硫共に人力攪拌に比較して早期に達成され、またその下限も引下げる事が可能である。

##### 4. 合金成分拡散の促進

S C材について、[Mn] および [Si] の拡散状況を調査したが、その均一化に著しい効果が認められ、特に均一になり難い Si についても Fig. 4 に見る如く約 5 分の経過で均一となり炉前採取試料の観察が行い易く、精錬時間が短縮される。

##### 5. 鋼浴温度におよぼす影響

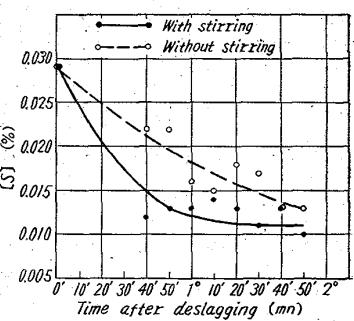


Fig. 3. Desulphurization during reducing period.

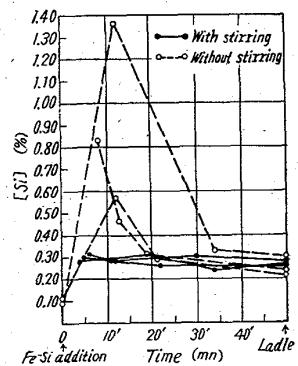


Fig. 4. Concentration distribution of [Si] after Fe-Si addition