

~100kg/m<sup>3</sup> に管理し、装入石灰は 30kg/t を 2 回に分割装入を行なっている。

(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巡回でかなりの効果を得た。

(vi) 20t~100t 型の大型鑄鍛鋼塊についても真空鑄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。

(31) 大型電気炉における誘導攪拌の効果について

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  
Michiho 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鑄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) に見るご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% 以下のものでは吹酸率は、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

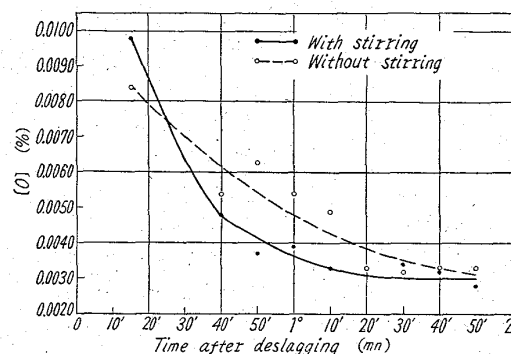


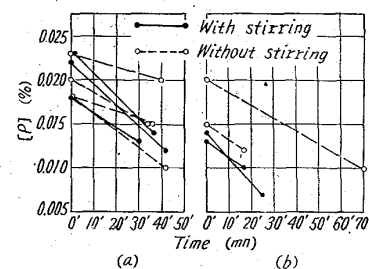
Fig. 2. Deoxidation during reducing period.

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ことが可能である。

4. 合金成分拡散の促進

SC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



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

Fig. 1. Dephosphorization during oxidizing periods.

3. 還元期における脱酸脱硫の促進

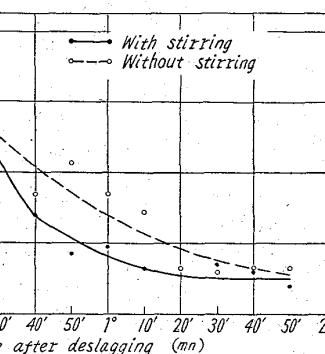


Fig. 3. Desulphurization during reducing period.

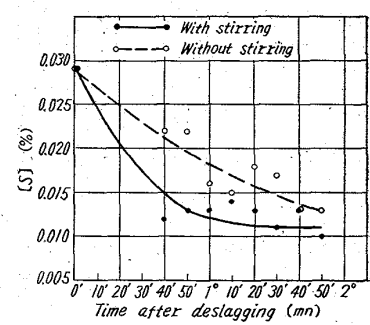


Fig. 4. Concentration distribution of [Si] after Fe-Si addition

Table 1. Economy in time and power in reducing period.

| Steels              | Kind of stirring | No. of heats | Production ton per heat | Reducing time per heat | Difference (B-A) | B-A/B×100 (%) | kWh per ton for reducing | Difference (D-C) | D-C/D ×100 (%) |
|---------------------|------------------|--------------|-------------------------|------------------------|------------------|---------------|--------------------------|------------------|----------------|
| High strength steel | Inductive None   | 20           | 43*083<br>43*016        | A. 1 h 0.9 mn          | mn               | 22            | C. 80*5<br>D. 92*2       | kwh/t<br>11.7    | 13             |
|                     |                  |              |                         | B. 1 2.9               |                  |               |                          |                  |                |
| S S                 | Inductive None   | "            | 42*982<br>42*143        | A. 1 0.9               | 19               | 22            | C. 75*0<br>D. 86*8       | 11.8             | 14             |
|                     |                  |              |                         | B. 1 2.8               |                  |               |                          |                  |                |
| S C                 | Inductive None   | "            | 43*742<br>43*882        | A. 1 0.9               | 16               | 19            | C. 81*7<br>D. 90*7       | 9.0              | 10             |
|                     |                  |              |                         | B. 1 2.5               |                  |               |                          |                  |                |
| Forging steel       | Inductive None   | "            | 40*242<br>39*962        | A. 1 2.7               | 12               | 12            | C. 105*8<br>D. 108*9     | 3.1              | 3              |
|                     |                  |              |                         | B. 1 3.9               |                  |               |                          |                  |                |

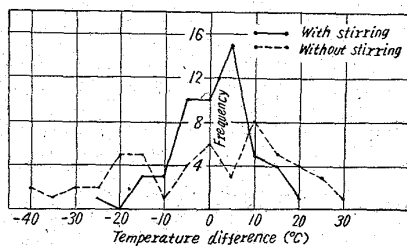


Fig. 4. Horizontal temperature distribution.

に水平方向の温度差分布を示すが、この結果より明らかな如く、誘導攪拌により鋼浴の温度差は少くなり、精錬作業特に正確なる温度調整を必要とする真空鋼の溶製に寄與する所が甚だ大きい。

#### 6. 還元期における精錬時間の短縮

Table 1 に示す如く約 20% の還元期時間の短縮が可能となり、かつ還元期使用電力量も節減され、電気炉の生産性を向上せしめている。

#### 7. 製品中の P, S の減少

酸化期に於ける効果的脱磷精錬に加えて完全除滓が容易となり、従つて還元期中の復磷が少く製品中の P を低下せしめ、又効果的脱硫により S も亦減少せしめる事が出来る。

#### 8. 鋼浴中の介在物含有量

誘導攪拌の使用による炉床 (ドロマイト) の損傷は皆無であり、鋼浴中の介在物含有量は鍛造用普通鋼で、面積率 (%)  $d_{60 \times 400} = 0.050\%$  程度であり、現在の処誘導攪拌使用の有無による差は認め難い。

### IV. 総 括

塩基性 50 t 電気炉において、誘導攪拌の精錬効果におよぼす影響を調査し、つぎの諸項目に関して鋼質改善、並びに生産性向上に極めて有効なる事を確認した。

#### 1. 酸化期における効果

1) 第 1, 第 2 酸化期共に脱磷反応が促進され、その効果は特に前者に著しい。

2) 吹酸効率は特に低炭素の場合相当の向上が認められる。

#### 2. 還元期における効果

1) 脱酸および脱硫反応が著しく促進される。

2) 合金成分の拡散が迅速であり、特に比重差が大

A-A', B-B' の位置で、垂直方向は A, B 点を、また水平方向は A, A' 点を基準として温度差を出鋼前 5~10 分で実測調査し、垂直方向、水平方向の温度差を求めた。Fig. 5

く均一に拡散し難い Si 等も約 5 分で均一な鋼浴試料が得られる。

3) 鋼浴の温度分布は水平、垂直方向共に均一となり出鋼温度の調整が容易となる。

4) 以上の諸効果により還元期の精錬時間が約 20% 短縮され、従つて電力 (ならびに電極) 原単位も節減される。

#### 3. 鋼質におよぼす効果

1) 脱硫、脱磷反応の促進により特に製品の [P], [S] の低下が著しく鋼質改善に資する所が大きい。

2) 鋼中の非金属介在物におよぼす影響に関しては、未だ明かでない。

3) 鋼浴温度の均一化による温度調整が容易となり特に正確を要求される真空脱ガス鋼の造塊に寄与する処が大きい。No. 62032

## (32) 大型高周波誘導炉設備の建設と操業について

神戸製鋼所高砂工場

久保慶正・〇里見美雄・山根英夫

東京芝浦電気 森田幹夫

### Construction and Operation of the Large-Sized High-Frequency Induction Furnace.

Yoshimasa KUBO, Yoshio SATOMI  
Hideo YAMANE and Mikio MORITA.

#### I. 緒 言

すでに特殊鋼 Vol. 10, No. 7 においてその概略を説明したが、本炉設備は高周波誘導炉としては本邦最大の容量を誇るものであり昨年の 2 月に稼動を開始して現在までに約 1 年余りを経過したが現在好調に作業が行なわれている。途中多少の trouble があつたがその後順調に推移し特に塩基性ライニングに関しても作業方式が確立したので今後は作業工程の改善、品質の向上などに今一層の飛躍が望まれる。以下現在までの操業その他設備の特長などについて述べる。