

バラツキは相当に大きい、鑄込時期ならびに任意の時期に鑄込んだ鑄片の内部と外部との間にとくに顕著な分布の差を示す傾向はない。またその大きさはいずれも  $10\mu$  以下であつてきわめて細かい。

#### 5. マクロ組織およびサルファー・プリント

いずれの寸法の鑄片においても表面部の微細結晶域、中間部の粗大樹枝状晶域、軸心部の自由晶域よりなり、おのおのの組織の領域の比率はほぼ一定である。また鑄込温度の低い場合は高い場合に較べて、中間部の粗大樹枝状晶の大きさが小となるとともに軸心部の収縮孔の個々の大きさが小さくかつ分散した形となる。

### III. 圧延加工による鑄片の機械的性質の改善 に関する実験

上述のごとき表面部と中間部および軸心部との組織が不均一であり、かつ軸心部に収縮孔の存在する鑄造のままの状態の鑄片が、圧延加工を受けることによつてその組織すなわち機械的性質をいかに均一化して行くものであるかを明らかにするため実験を行なつた。

#### 1. 棒鋼の場合

Si-Mn ばね鋼を  $130\text{mm } \phi$  鑄型に鑄込み、この鑄片を  $20\text{mm } \phi$  棒鋼に圧延した。この圧延の途中、6段階において試料を切出し、これに鑄造状態のままの鑄片とを合せ合計7個の試料について、横断面のマクロ組織を観察するとともに、圧延方向の引張り試験を行なつた。

その結果つぎのことが明らかとなつた。

#### (1) 鑄片の組織

鑄造のままの状態では表面から軸心まで不均一であつたものが圧延加工を経るにしたがつて順次微細化されると同時に軸心部に存在した収縮孔も圧着されて行く。

#### (2) 機械的性質

鑄造のままの状態の鑄片では、降伏点および抗張力は表面部および中間部と軸心部との間でまったく異なり、表面部および中間部はすでに充分規格を満足する値を持つているのに対して、軸心部は明らかに劣つている。また伸びおよび絞りにおいては軸心部、中間部、表面部の順で順次その値は向上するが、いずれも規格を満足するにいたつていない。

圧延比6の圧延加工を施すことによつて、軸心部の降伏点および抗張力は急激に向上し、表面部との差がなくなり、以後規格を満足する値を持つようになる。

圧延比10の圧延加工を施すことによつて、軸心部の伸びおよび絞りは急激に向上し、表面部との差がなくなり、以後規格を満足する値を持つようになる。

#### 2. 平鋼の場合

Si-Mn ばね鋼を  $100\text{mm } \phi \sim 170\text{mm } \phi$  の鑄片に鑄込み、これを  $63.5\text{mm} \times 7.94\text{mm}$  ないし  $100\text{mm} \times 13\text{mm}$  の平鋼に圧延した。この場合の圧延比は  $9.7 \sim 44.5$  である。

おのおのの製品平鋼の端部と軸心部とから試験片を切出し、熱処理を行なつたのち、引張り試験を行なつた。

その結果、いずれの場合にも端部と軸心部との機械的性質の間には差がなかつた。

以上の2実験から圧延比10以上の圧延加工を施すことによつて鑄片は各部とも均一に充分使用に耐える機械的性質を持つにいたることが解つた。

### IV. 結 言

鑄片の鋼材としての優秀性を示す要件の一つたる組成および組織の均一性に関する研究を行なつた。

その結果、鑄片の組成は鑄造のままの状態できわめてよい均一性を示し、組織は若干の加工を施すことによつて均一化され、各部とも充分使用に耐える機械的性質を示すことが解つた。

均一な機械的性質を賦与するために鑄片に加えるべき圧延比の必要最小値は10である。かかるきわめて小さい圧延比で鑄片が優れた機械的性質の均一性を示すことは直接圧延法に連なる連続鑄造法の将来に大きな意味を有するものであると考える。

## (78) 高周波誘導炉における電融マグ ネシヤタイプ耐火材の使用結果 (大型誘導炉用内張材について— I )

東芝炉材刈谷工場

丹羽庄平・松村 勲・○林 安茂

### Results of Fused Magnesia Type Refractories for a High Frequency Induction Furnace.

(Studies on monolithic lining for large  
capacity induction furnaces— I )

Shohei NIWA, Isao MATSUMURA,  
and Yasushige HAYASHI

#### I. 緒 言

最近の自動車工業、航空機工業など一般機械工業の急速な発展にとともに、それらに使用する部分品は一般特殊鋼はもとより高合金鋼鑄物の需要が増加してきた。これらの溶解には各種の炉が使用されているが、中でも誘導炉による溶解は高級鑄鉄、高合金金属の製造に対して

有利である。従来は 2 t 以下の比較的小容量の誘導炉が使用されていた。機械工業の発達にともない最近では 5 t, 6 t さらにスエーデンにおいては 12 t 出鋼可能の大型高周波誘導炉が数基稼働している現状である<sup>1)</sup>。また溝型誘導炉においても 2 t ~ 4 t という大型炉が出現している現状でもある。

誘導炉に使用される内張耐火材は酸性、中性および塩基性タイプがある。比較的小型の誘導炉においては酸性耐火材が使用され、かなりの程度の耐用回数を得ている<sup>2)</sup>。しかし必ずしも満足すべき状態ではない。中性耐火材は一般に高アルミナ質として低周波誘導炉に使用されている。従来また現在においても溝のある部分には高アルミナ質の焼成耐火物（レフラクトリブロック）が使用されその上部はスタンプ材が使用されている。しかし焼成耐火物が使用中に収縮し、亀裂が入りまたこのブロックと上部スタンプ材との境目が溶損、侵食されることが多い。これも高周波誘導炉における酸性耐火材のごとく、必ずしも満足すべき所にはまだ到達していない。しかるに高周波誘導炉における塩基性耐火材においては従来マグネシヤクリンカーが使用された。この場合炉の耐用回数が 1~数回という寿命で高周波誘導炉の内張耐火材として見離された形となつている。その後マグネシヤタイプのものにジルコンやクロムが添加され改良が加えられたが、それでも満足な結果は得がたかつた。

著者らは大型誘導炉用の耐火材をいろいろ研究してきたが、今回は塩基性耐火材、電融マグネシヤを利用したスピネル結合ペリクレーズ耐火材を、従来使用困難と考えられていた大型高周波誘導炉—とくに 3 t 以上の炉について—に使用した結果を報告し批判を仰ぎたいと思う。

## II. 実験方法

実用試験に使用した高周波誘導炉は無鉄芯ルツボ型の炉で、溶解容量は 3 t および 5 t で実施した。出力 1100 kW である。この誘導炉に使用した内張材は  $MgO > 96\%$  の電融マグネシヤを主体としたスピネル結合のペリクレーズ耐火材である。これを乾式にてスタンプし、 $1580^{\circ}C$  で内張材の焼付けをおこない、この温度で 1 時間保持ののち連続チャージに入つた。溶解金属は主としてハイ ス鋼である。このようにして溶解作業に入ると 3 t ~ 5 t の容量で 2.5 ~ 3.5 時間で出鋼が可能である。

## III. 実験結果と考察

使用後採取した試料について肉眼による観察により、大別しほぼ三層に区分することができる。すなわち(1)表面反応層 (5~10mm) (2)焼結層 (20~30mm)、(3)非焼

結層である。これらを各層別に X 線回折、熱膨張率、一般物理性質、顕微鏡により組織の変化状態を調査した。

### 1. X 線回折

#### (1) 表面反応層

表面より 10mm 程度の範囲である。回折図の back ground が高く Fe 固溶量の大きいことを示している。鉱物組成はペリクレーズとスピネルである。スピネル族鉱物として  $MgO \cdot Al_2O_3$  スピネル以外に  $MgO \cdot Fe_2O_3$ ,  $FeO \cdot Al_2O_3$ ,  $FeO \cdot Cr_2O_3$ ,  $FeO \cdot Fe_2O_3$  などが考えられる。これらの回折図は  $MgO \cdot Al_2O_3$  の回折図とほとんど同じであるため、X 線による解析は困難である。

#### (2) 焼結層

表面より 20~30mm の範囲でペリクレーズおよびスピネルである。

#### (3) 非焼結層

この層の鉱物組成はペリクレーズ、スピネルで、マグネタイトの存在も認められる。回折強度より存在量はペリクレーズ、スピネル、マグネタイトの順ですくない。 $MgO \cdot Al_2O_3$  が生成していることより使用の時の温度が  $1100^{\circ}C$  以上と考えられる。

### 2. 熱膨張率

加熱昇温速度  $4^{\circ}C/mn$  で熱膨張率を求めた。装置は直読双眼鏡式熱膨張収縮測定装置である。各層およびスピネル結合電融マグネシヤ耐火材の  $1500^{\circ}C$  焼成物、不焼成物の加熱線膨張率を求めると Fig. 1 のようである。これらの曲線よりつぎのように考えられる。

#### (1) 表面反応層

$1400^{\circ}C$  において 2.52% の膨張率を示す。

鉄の固溶が相当認められて、使用時の温度効果よりスピネル族鉱物が生成していると考えられる。

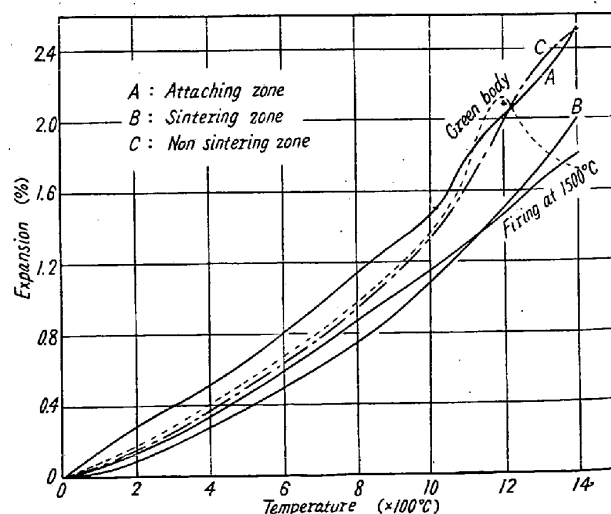


Fig. 1 Thermal expansion curves.

## (2) 焼 結 層

1400°C で 2.02% の膨張率を示し、表面反応層よりも 0.7% 少ない。鉄の固溶が少なく  $MgO \cdot Al_2O_3$  の生成量が多いため比較的膨張率が小さい。耐火材を成形し、1500°C に加熱した試料の膨張率と類似している所から表面より 10~30mm の範囲で約 1500°C の熱効果を受けているようである。

## (3) 非焼結層

表面反応層と 1400°C において同じ膨張率を示している (2.52%)。しかし膨張過程をみると 1000°C 以下の膨張係数は  $1.3 \times 10^{-5}$  で 1000°C~1400°C の膨張係数は  $3.0 \times 10^{-5}$  で約 2.3 倍である。加熱効果を受けていない耐火材の膨張率と 1000°C まではよく類似している。すなわちスピネルの生成が完全に進行していないためと考えられる。

## 3. 一般物理性質

各層別の一般物理性質を Table 1 に示す。

Table 1. Physical properties of different zones.

	Attaching zone (A)	Sintering zone (B)	Non-sintering zone (C)	Green body
Apparent porosity %	0.06	1.81	23.3	21.6
Bulk density	3.27	2.69	2.53	2.55

これらの数値より明らかなように、使用中の温度勾配による温度効果は明瞭に現われている。(A) においては溶鋼と反応し、また侵透によりペリクレス中へ固溶した Fe が当然考えられる。耐火材の緻密さは侵透物との反応により気孔率がほとんど零に近く、緻密な組織となつている。(B) においては、1550°C~1300°C の温度効果を受け明らかに焼結性を示している。1000°C 以下と考えられる (C) の見掛気孔率は加熱前の試料のそれよりも大きくなつている。これは 1000°C 以下において強度の弱くなる点が存在するという点より、粒子の膨張、反応層、焼結層の膨張による圧力によるずれ、ゆるみ、焼結始発による結果と考えられる。

## IV. 結 言

大型高周波誘導炉—とくに出鋼能力 3t 以上—の内張耐火材として、酸性耐火材の使用によりかなりの成績を収めているが、従来満足すべき結果があまり期待されなかつた塩基性耐火材とくにマグネシヤタイプによつて内張した結果を要約するとつぎのようである。

(1) 使用後の内張材の破断面より鉄の侵透は表面よ

り 5~10mm でその部分の色が黒褐色に変じ、約 30mm は緻密な焼結組織となりコイルに近づくにしたがい未焼結で多孔性である。

(2) 溶鋼に接した面の焼結がよくコイルに近づくにつれてスピネル結合による安定な組織を呈し、温度勾配による緩衝材的效果を得ているようである。

(3) 高純度 ( $MgO > 96\%$ ) の電融マグネシヤを使用することにより、スピネル結合と相俟つて、溶鋼ならびに鉍滓に対する耐食性にすぐれた結果をえた。

(4) 出鋼能力 3t 以上の大型高周波誘導炉において、従来使用困難と考えられていたマグネシヤタイプで  $MgO > 96\%$  の電融マグネシヤを使用することにより充分 (3t 炉で耐用回数 200 回以上) 使用に耐えることができる。

## 文 献

- 1) J. H. CHESTERS: Steel Plant, (1957) p. 526~544.
- 2) 錦織清治, 丹羽庄平: 電気製鋼 21 (昭和 25 年) 6, p. 213~225.

## (79) 消耗電極式アーク溶解前後における成分変化

(消耗電極式アーク溶解法の基礎研究—I)

神戸製鋼所中央研究所

西原 守・〇八木 芳郎  
工博 成田 貴一・栗原 正男

Change of Composition between before and after Consumable Electrode Arc Melting.

(Basic study on the consumable electrode arc melting method—I)

Mamoru NISHIHARA, Yoshiro YAGI,  
Dr. Kiichi NARITA and Masao KURIHARA

## I. 緒 言

消耗電極式アーク溶解法 (以下コンセルアーク溶解法と略称する) における精練作用を究明することは、本溶解法の応用上、あるいはその発展のためにきわめて重要であるが、従来これに関する報告はいまだ見られない。これは本溶解法の歴史が比較的浅いことと、溶湯面における温度、真空度の測定などの実験上の困難さが原因であらう。

筆者らは従来よりコンセルアーク溶解した各種材料の材質上の優位性についてしばしば言及してきたが、今回