UDC 621.365.5.036.5

ハイパワーインダクタへの乾式築炉材の適用

Application of Dry Lining to High Power Inductor in Induction Channel Furnace for Cast Iron

北出　弘* Hiromu Kitaide・中村邦勝** Kunikatsu Nakamura

I. まえがき

今日，業界で見られるような普遍利用の状況にある溝形誘導炉は，主に保温用設備として高い評価を受けており，これの持つ特長は生産性の向上，公害防止，省力化等が挙げられる。しかしながら，溝形炉の生産性の向上は，これに適用する耐火物の安定長寿命にかかっていることは言うまでもなく，誘導炉としては比較的複雑な構造を有すると同時に，熱源部であるインダクタにおいて高温となるため，従来から中性の高アルミナライニングが採用されてきた。

すなわち，溶解炉からくる溶湯の材質及びスラブに対する化学的安定並びに熱的衝撃に対する安定度から中性ライニングが最も有効であり，更に，比較的複雑な構造への施工という条件から国内外を問わず，不定形の湿式施工が最も確実な施工方法であると考えられ，従来から採用されてきた。

しかしながら，推移，発展する業界の生産性の向上，省力化の観点から不定形の湿式施工法に代わる新しい方法が要求されることとなった。溝形炉のライニングにおいて高温にさらされるインダクタ部分は，バス部のそれに比較してその寿命は約1/2であり，操作途中でインダクタを熱間取り替えすることから，溝形炉の生産性の向上及び省力化は，インダクタのライニング寿命を長期安定化させ，更に省エネルギー化させることにかかっていると言っても過言ではなく，ハイパワーインダクタになるほどその要求は厳しいものとなる。

このような業界ニーズにこたえ，乾式施工の中性ライニング材を開発し，更に施工方法にも改良を加え，ハイパワーインダクタの実機に適用した。60トン鋳鉄用溝形炉の1,000kW，W形のインダクタに最初に適用し，実稼働日数9か月を経過する現在，なおかつ順調に運転中である。これ以降，インダクタ容量300～500kWにおいて計8台が実機運転に入っているが，すべて良好な経過を示しており，従来の湿式ライニングに比較してライニング材の摩耗も非常に少なく寿命が大幅に改善されたことが確認された。ついては，この乾式施工の中性ライニング材の研究開発過程について述べることとする。

II. 乾式施工の中性ライニング材の開発

1. 材質の検討

溝形炉は，るつぼ形炉に対し比較的構造が複雑であり，熱源であるインダクタ部で高温となるため，酸性ライニング（シリカ）は耐火度が低く，塩基性ライニング（マグネシア）は熱膨張が大きくスポール性が高いため，いずれも実用上難しい要素を持っている。

したがって，耐火度，熱膨張，スポール性等に安定した性質を持つ中性ライニング（高アルミナ質）を溝形炉に適用するのが最も有効であると考えられる。

2. 耐火物の物性を考慮した配合

従来から，インダクタに中性ライニング材の湿式施工が適用されてきた大きな理由として，必要かつ十分な充てん性，すなわち，低気孔率を維持し，溶湯の浸透をしゃ断し耐火物の容器としての役目を果たすことができる唯一の方法であったからである。しかしながら，これを乾式施工法に置き換えた時，施工方法にもある程度の影響はあるといえども，湿式施工法と同等以上の充てん性あるいは，低気孔率を得ることが不可能であったことが乾式へと踏み切ることができなかった理由である。

しかるに，乾式施工においても溶湯の浸透をしゃ断するのに十分な熱間における緻密性を得るために，中性ライニングに熱膨張の大きな塩基性ライニング（マグネシア）を混入することにより，初期の目的を達することができたことは当社における大きな成果であると考える。

3. 溶湯の浸透性

種々の基本的な試験を繰り返し，その内，代表的成分のもの3種を選定し，同一条件にて溶湯の浸透性試験を行った。

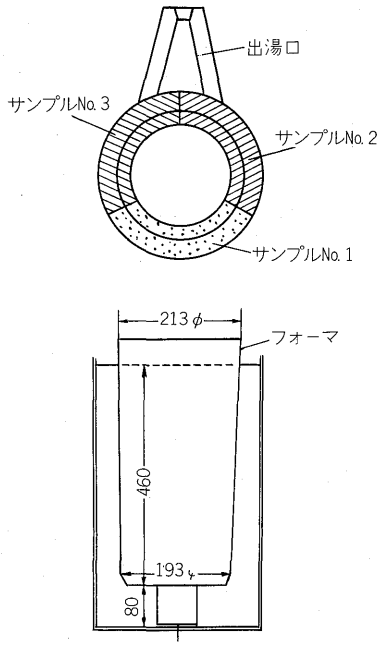
サンプル No.1 ：Al_2O_3

サンプル No.2 ：Al_2O_3＋MgO＋特殊バインダ

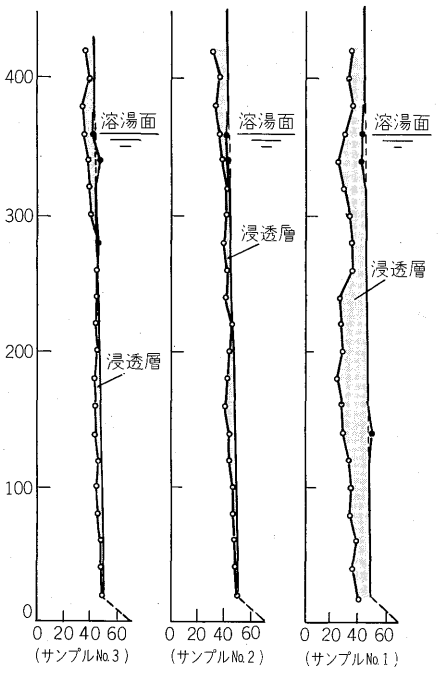
サンプル No.3 ：Al_2O_3＋MgO

試験方法としては，同一条件下で溶湯の浸透性を比較，検討するため，No.1～3 までの組合せの築炉を行った（第1図参照）。使用炉は当社75kg高周波実験炉とし，施工後誘導加熱により所定の焼結を完了した。溶解は毎朝冷材スタートとし，FC 20 を目標に成分調整を行い，1,600℃×5h保温して全出湯する操業を5日間継続した。

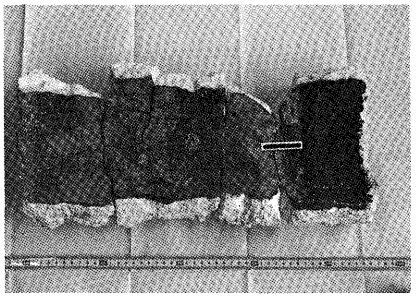
* 鈴鹿工場・電炉部　　** 鈴鹿ファーネス



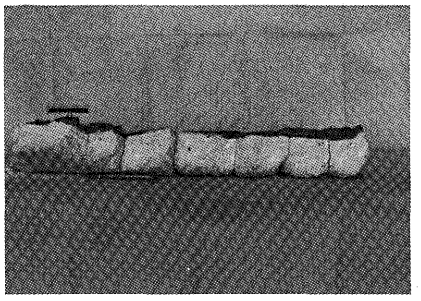
第 1 図　ライニングの構成
Fig. 1.　Lining construction



第 2 図　浸透割合
Fig. 2.　Permeation rate

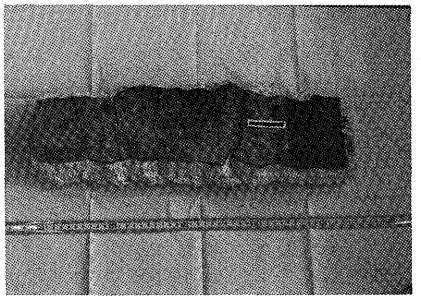


サンプル No. 3

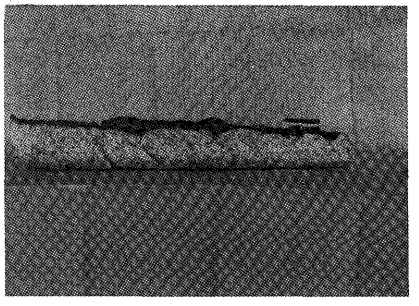


サンプル No. 3

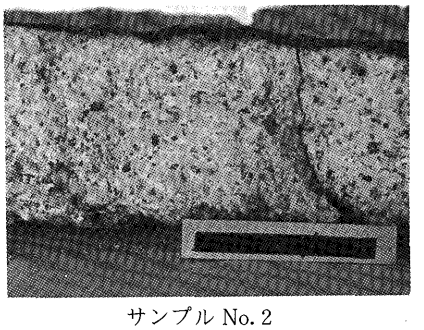
サンプル No. 3



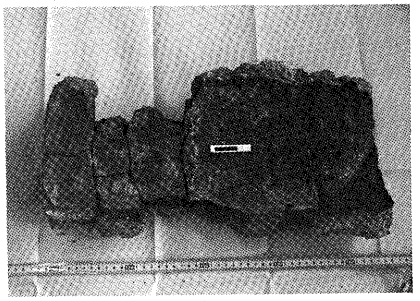
サンプル No. 2



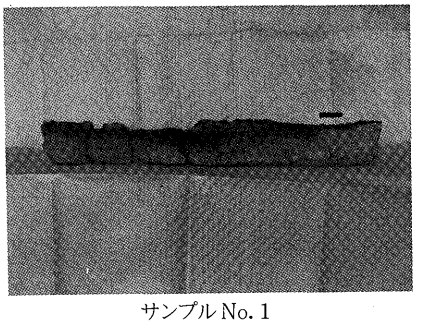
サンプル No. 2



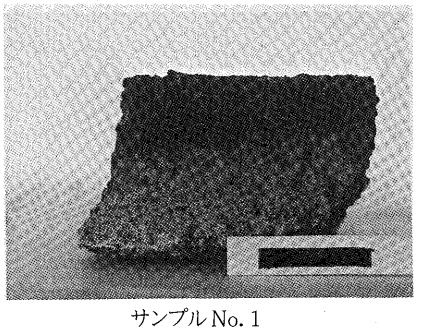
サンプル No. 2



サンプル No. 1



サンプル No. 1



サンプル No. 1

第 3 図　ライニングの表面
Fig. 3.　Surface of lining

第 4 図　ライニングの断面
Fig. 4.　Section of lining

第 5 図　ライニング断面の拡大
Fig. 5.　Enlarged section of lining

試験結果として，浸透図または解体したライニング表面の外観からはいずれもスラグの付着は見られなかった（第2，3図参照)。更に軸方向の断面からスラグ層及び浸透層の確認はできるが，いずれのライニング材においても溶損は見られないが，サンプルNo.1における浸透層が，かなり発達していることが判明できた（第3，4図参照)。

4．比較検討の考察

前記のように代表的成分のもの3種，すなわち高アルミナ質のサンプルNo.1，高アルミナ質にMgO及びやや低温域での焼結性を考慮した特殊バインダを添加したサンプルNo.2，高アルミナ質にMgOだけを添加したサンプルNo.3の浸透性試験結果からは，サンプルNo.1は浸透性を防ぐのに十分な緻密性は得られず，やはり中性ライニングのみでの乾式施工は難しいことが判明した。しかし，この欠点をMgOの添加により補い，中性ライニングの特性をほとんど失うことなく乾式で施工できることが確認できた。

5．施工方法の改良

乾式ライニング材の施工方法には，手つき法あるいは各種振動機による方法があるが，この種のライニング材にマッチした振動機の選択，施工時間，及び先の形状等を決めるため，あらゆる試験を繰り返し，定量的な解析の下に，施工方法も確立した。

6．実操業における性能の確認

前記のように中性ライニング材にMgOを添加することにより，乾式施工が可能であることの基本試験を完了させ，3年にわたるロウパワーインダクタでの実機試験あるいは，これのデータの解析の結果，ハイパワーインダクタへの実施へと踏み切り，1,000kWインダクタを1号機とし，現在まで既に8台の実績を上げるまでに至り，順調に稼働中である。

III．まとめ

溝形炉は，溶解炉と鋳造ラインの間に設けられる“ため炉”であることから生産性向上には欠くことのできないものとなっており，これのインダクタに適用できる乾式ライニング材が改良，完成できたことは非常に大きな意義があると考える。

すなわち，従来の湿式ライニング材に比較して予熱乾燥が不要となり，またインダクタ取替後，受湯までの時間が大きく短縮されたことから，炉の稼働率が大幅に向上した。したがって，炉の生産性の向上，省エネルギーの観点から自信を持って顧客へ推奨できるに至ったことは我々関係者にとって大きな喜びである。耐火物の改良には，他の製品と異なり長期にわたる研究努力など非常に困難な条件があるが，今後更にこの成果向上のために努力を続ける所存である。

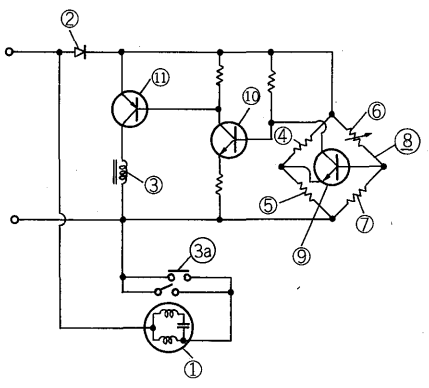
発明の紹介

換　気　扇

（登録第1090131号）

この考案は，可燃性有毒ガスが屋内に設定濃度を超えて滞留した際に，可燃性有毒ガスを屋外へ排出し，設定濃度以下になれば停止させる換気扇を提供するものである。

実施例を図に基づいて説明すると，換気扇電動機①は，整流器②を介して接続された直流リレー③の接点③aの開閉により運転制御される。可燃性有毒ガスの濃度が設定値を超えると接点③aを閉じ，設定濃度以下になると接点③aを開くために，同値の抵抗④，⑤と，可燃性有毒ガスと接触して抵抗値の変化するヒータ⑥と，密閉管内に設けられヒータ⑥と対応した抵抗をもつヒータ⑦とからなるブリッジ回路⑧を構成する。この構成によってブリッジ回路⑧のヒータ⑥とヒータ⑦との抵抗値の差が設定値以上に至ればトランジスタ⑨，⑩，⑪により，リレー③が釈放され，屋内の可燃性有毒ガスが設定濃度以下の状態では開いている接点③aが閉じる。このため換気扇電動機①が運転され，屋内の可燃性有毒ガスを屋外に排出し，屋内の可燃性有毒ガス濃度が設定値以下に至れば，トランジスタ⑨，⑩，⑪によりリレー③が作動し，接点③aが開き，したがって換気扇電動機①は停止状態となる。



＊本誌に記載されている会社名および製品名は，それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。