知多工場 1 C C 加熱炉無触媒脱硝技術の適用

野宮多喜男^{*}，桜木晶夫^{*}，加藤光教^{*}

The Application of an Uncatalyzation Denitration Technology to No.1 CC Furnace in Chita Plant

Takio Nomiya, Akio Sakuragi and Mitunori Katoh

Synopsis

Various technologies to control NO_x and to prevent environmental pollution have been developed. However, many of them do not support continuous operation and are expensive in installation cost.

In Chita Plant of Daido Steel, an effect was confirmed with introduction of a denitration technology with no use of catalyst to No. 1 C. C. furnace, at a rather low cost.

Denitration was most effective at temperature of 840 to 860C. It was also possible to continually control NO_x content at a certain range. And, it could lower the previous level of 35 ppm. A major problem that NH₃ left may cause trouble to the chimney is now under investigation.

The technology could be applied to other furnaces in the future.

1 . 緒 言

現在，工場の加熱炉やボイラから排出される窒素酸化物(NO_x)や硫黄酸化物(SO_x)は，世界中で地球環境問題の要因として扱われている．

当社知多工場においては，NO_x低減技術として低NO_xバーナや蒸気吹込みを導入し，SO_xの低減として重油の低硫黄化やガス燃料転換を実施してきた．

現在は，大気汚染防止法，水質汚濁防止法，愛知県公害防止条例や公害防止協定により，各設備の排出基準や工場全体の総排出量が決まっており，非悪化を原則として日常の監視や公害対策の計画を推進し，環境汚染の防

止に努めている．

その中で，NO_xに関して無触媒脱硝技術を導入しNO_xの排出量を抑制することを試み，良好な結果を得たのでその内容について述べる．

2 . 現状のNO_xの抑制技術

2 . 1 NO_xの抑制技術の種類

現在，NO_xの排出を抑制する方法として(図 1)，一つは燃焼方法によるNO_xの発生を抑制すること，一つは排ガス中のNO_xを除去することである．

NO_xの発生を抑制する方法の中で，運転条件の変更によるものは，改造費用は少なくてすむが，効果の継続性

1997年8月4日受付

^{*} 大同特殊鋼(株) 知多工場(Chita Plant., Daido Steel Co., Ltd.)

図1 NO_x抑制方法

が期待できない。また、燃焼方法の変更は改造が必要であり、費用の負担は大きい。効果は期待できる利点がある。

一方、排煙脱硝に関しては、現在開発が進められており、ある程度実用段階までできているが、一般的に設備費用が高額であるため、広範囲な普及には至っていない状況である。

この中で、最も普及している選択還元法は、排ガス中にNH₃を吹き込みNO_xを選択的に還元する方法で、一般的には200～400 程度において触媒を用いて還元反応を進行させる。

これに対し無触媒脱硝法は、選択還元法の一つだが、温度条件が約900～1000 の範囲で触媒が無くても(1)式の反応が進むため、高価な触媒を用いずに脱硝することが可能である。この技術はアメリカにおいて開発され、特許期限が経過したため、近年注目されるようになった。

無触媒脱硝法の主な長所は

(1) 設備費用が安価。(イニシャルコストは触媒方式の1/10～1/2)

(2) 設備スペースが小さい。

(3) ダストによる目詰まりが少なく、故障に強い。

また、短所は

(1) 温度条件により適用できる設備が限られている。

(2) 最適条件や制御方法を設備ごとに調査する必要がある。

(3) 脱硝率が劣る。(触媒が80～90%に対し無触媒は30～70%)

などの特徴がある。

2. 2 無触媒脱硝技術の導入

今回、この加熱炉に無触媒脱硝技術を導入した背景として、

(1) 工場内でNO_x排出量が最大であるため、技術導入により見込まれる低減効果が大きい。

(2) 反応に必要な温度条件が加熱炉の操業上満足している。

(3) 設備費用が安価で、操業の支障になるような改造を必要としない。

(4) 既設設備のNO_xの抑制方法として、今後、他炉へ展開が大きく期待できる。

などが挙げられる。

具体的には、設備上の加熱温度の範囲や操業上の温度条件の変化によるNH₃の反応温度の変化から、どの程度脱硝効果が得られるか不明であり、また、操業条件にあった制御を実施しなければ、温度条件が変わり脱硝効果が得られないと考えられる。さらに、ハード(設備)面において脱硝効果の得られる条件に作用される要因があり、その内容を明確にするため、この加熱炉で簡易テストを実施した。

3. 無触媒脱硝の効果

ハード面により脱硝の効果に影響を及ぼす要因として

(a) 注入ノズルの形状と噴射向き

(b) 注入ノズルの取付場所

ソフト面では

(c) NH₃注入量の制御

が考えられる。

まず、これらの内容を明確にするため、図2のような構成により脱硝装置を構成しテストを行った。

その結果、(a)に関しては、ノズルの形状(キャリアエア-大流量タイプ)と予熱帯では炉壁より直角、煙道側では排ガスの流れに逆行してノズルを取り付けることで、脱硝効果が大きいことが確認された。

(b)に関しては、NH₃の反応温度に左右されるもので

図2 脱硝効果テストフロー

あり、温度が840～860℃で最大脱硝率が得られるため（図3-1）、この加熱炉では最適な注入場所が操業条件

図3-1 反応温度と脱硝率の関係

により煙道と予熱帯に変化する。

（c）に関しては、炉の特性によりNO_xの量に対し、図3-2に見られるように、温度が一定であればNH₃の注

図3-2 注入倍数と脱硝率の関係

入量が増加しても大きな効果が得られず、燃料流量から換算した排出NO_x量に対し、1.2倍程度で十分な効果がある。しかし、温度が高い状態では逆に脱硝率が悪くなる。これは、NH₃の分解によりNO_xが生成されている状態が起きていると考えられる。

4. 実機化の内容

4.1 制御装置の特徴

操業上、炉内温度は一定でないため、例えば、予熱帯では温度が上昇した場合には、脱硝効果が低下し継続的な効果が得られなくなる。そこで、煙道側のノズルと切り替えることにより、約150℃の温度差があることから、十分な脱硝効果が得られるようになり（図3-3）、連続的にNO_xの抑制が可能となる。

図3-3 反応温度と脱硝率の関係

また、連続運転を考慮し、NH₃ポンプに関しては連続使用が可能となるように500kg容器2本とし、自動切替としている。

以上の結果を踏まえ、実機を製作した。（図4）

4.2 制御の方法

制御方法としては一般的なコントローラを使用し、NH₃の流量制御を行っている（図5）。制御対象はNO_xであるので、カスケードモード（Cモード）にてNO_xの設定に対し実測NO_xと燃料流量に応じ、NH₃流量の設定値を変化させる。

また、予熱帯で注入したNH₃が反応して煙道側のNO_x計に結果が表れるまで数分かかるため、Cモードの時定数はかなり長く設定している。そして、ノズルの切替は予熱帯の温度に対し960℃前後に不感帯を設定して切替を行った。

図4 実機フロー

図5 制御フロー

5. 脱硝装置の脱硝効果

通常、この加熱炉の排出 NO_x は100PPm前後である。まず、制御の目標値を60PPmに設定し、24時間連続にて運転を実施した。その結果、ほぼ60PPmを維持することができた(図6-1)

さらに、具体的に NH_3 量と脱硝効果を確認するため、 NH_3 を一定にしたときの炉内温度と脱硝率の関係を調べた。(図6-2)

テストで得られたとおり840～860℃で脱硝効果が高く、炉内温度が高くなれば、脱硝率は悪くなる傾向にある。

また、 NH_3 の量を多くすれば、脱硝率は良くなっている。具体的に、どの程度 NO_x が低減されているか明確にするため、縦軸に NO_x 減少値 ppm で示すと図6-3)、 NH_3 の量が一定で操業中の加熱温度内であれば、 NO_x 減少の値もほぼ一定であることがわかった。これは、 NH_3 注入量すべてが反応して NO_x を低減させていると思

図6-1 NO_x 制御チャート

図6-2 炉内温度と脱硝率の関係

図6-3 炉内温度と NO_x 減少値の関係

われるが、このメカニズムに関してはいまだ解明できていない。

最終的に、脱硝装置の性能として最大どこまでNO_xを減少することができるかが大きな問題である。この確認方法としては、図5 - 2において、NH₃を段階的に増加していけば最終的に右下がりの曲線となり、炉内温度におけるNH₃の注入量とNO_xの減少値が決まり、脱硝装置の性能が明確となる。現在、その値は確認中である。

一方、このように装置としての効果はかなりあるものの、操業上問題が少なくない。一番の問題は未反応のNH₃が煙道に設置された廃熱ボイラやレキュペレータへ障害(熱交換表面へ付着による熱交換効率の低下など)を生じる場合である。これに関しては、脱硝装置を稼働しながら状況を確認中である。その他としては以下のような問題がある。

- 完全な自動運転(加熱炉の操業に並行した自動制御)
- ノズルのメンテナンス
- NH₃ポンベの入替え管理
- NO_x計メンテナンス

今後、これらの内容を標準化し進めていくことが必要条件となっている。

6 . まとめ

脱硝装置を実機化し、この加熱炉に最適な条件を模索しながらテストを実施し、目的の脱硝効果を連続的に得ることが可能となり、また、次の結果が得られた。

- (1) 燃料流量からの換算NO_x量に対し1.2倍程度のNH₃の量で十分な脱硝効果がある
- (2) 840 ~ 860 で脱硝効果が高く、炉内温度が高くなれば脱硝率は悪くなる
- (3) ノズルはキャリアエアの大流量タイプで、予熱帯と煙道側に設置し炉内温度に応じて切替えることで、連続的に脱硝効果が得られる。一方、炉内の未反応のNH₃が煙道に設置された廃熱ボイラやレキュペレータへ障害を生じる恐れがあるため、今後脱硝装置を稼働しながら状況を確認していく。

(文 献)

- 1) 産業調査会：大気汚染防止機器