石炭燃焼排煙脱硫・脱硝

Coal Fired Flue Gas DeSO_x and DeNO_x

井上 博雄
Hiroo INOUE

◎1951年2月生まれ

◎1976年大阪大学基礎工学部物理系修士課程修了。同年石川島播磨重工業(株)に入社。研究・専門テーマは石炭焚ボイラ用排煙処理装

置、特に排煙脱硫装置

◎正員、石川島播磨重工業(株)豊洲総合事務所(〒135 東京都江東区豊洲3-2-16)

1. 緒 言

我が国では、1973年と1978年の二度にわたるオイルショックにより燃料の多様化が図られ、新設の大形火力発電所では従来の石油に代えて、埋蔵量がより豊富な石炭が燃料として採用されるようになった。しかしながら、石炭の燃焼排ガス中にはNO_x、SO_x、ばいじん等の環境汚染物質が多く含まれているため、環境保全の観点からより高度な排煙処理技術が求められるようになった。

このような背景の下に石炭火力用の脱硫・脱硝技術の研究開発が近年積極的に行われ、この分野における我が国の技術および設備の普及率は世界のトップレベルに達している。

我が国の場合、石炭火力発電所におけるNO_x、SO_xおよびばいじんの除去は、通常それぞれ脱硝装置、脱硫装置および電気集じん装置によって実施されている。

これらの処理は一般的には図1に示すとおり、脱硝→集じん→脱硫の順序で行われている。なお、脱硝を低ばいじん下で行うために集じん→脱

硝→脱硫の順序で処理される場合もある。脱硝装置には選択的接触還元法が採用されている。この方法はアンモニアを還元剤として使用し、触媒によってNO_xを窒素と水蒸気に分解する方法である。集じん装置には乾式電気集じん装置が採用されている。脱硫装置の主流は湿式石灰石・石こう法である。なお、湿式脱硫装置では乾式電気集じん装置で除去しきれなかったばいじんを吸収塔において脱硫と同時にさらに除去できることが特長である。また最近、ばいじんのより厳しい排出規制に対応するため、脱硫装置の出口に湿式電気集じん装置を追加した例もある。

以下に脱硫装置と脱硝装置について説明する。

2. 排煙脱硫技術

2.1 はじめに 排煙脱硫方式は、湿式、半乾式および乾式に大別できるが、現在実用化されているものは大部分が湿式法である。中でも石灰石を吸収剤として脱硫し石こうを回収する湿式石灰石・石こう法が主流である。これは吸収剤の石灰石が安価で、入手および取扱いが容易なこと、

図1 排煙処理システム・フロー図

および回収した石こうが有効利用できることによるものである。以下に湿式石灰石・石こう法の概要について説明する。

2・2 脱硫原理 脱硫反応の基本は酸(SO_2)とアルカリ(石灰石中の炭酸カルシウム)の中和反応である。なお、反応生成物を有効利用可能な石こうとして回収するために空気中の酸素により同時に酸化を行っている。

化学反応式を以下に示す。

2・3 脱硫方式 脱硫方式には基本的にスート(ばいじん)分離方式とスート混合方式の2種類がある。これは、排ガス中に含まれるスートを脱硫前に除去するか、脱硫と同時に除去するかの違いによるものである。

スート分離方式では吸収塔の前に脱じん塔を設置している。これにより純度の高い石こうが得られる反面、プロセス的には複雑となる(図2)。

一方、スート混合方式では吸収塔のみであり、プロセス的に最もシンプルである反面、排ガス中のばいじんが石こうに混入するため石こう純度がスート分離方式に比べると若干低下する(図3)。

なお、最近ではコスト的に有利なスート混合方式が採用されるケースが多くなっている。

2・4 回収石こう スート混合方式で回収された石こうの顕微鏡写真の一例を図4に示す。棒状のものが石こうの結晶であり、大きなものは幅が数十 μ 、長さは約300 μ である。

なお、回収石こうは石こうボードの原料やセメントの添加剤として全量が有効利用されている。

2・5 今後の技術動向 脱硫性能的にはすでに90～95%の除去効率を得られているが、排煙処理システム全体としてより高効率の脱硫・脱じん性能を達成するための開発が行われている。

また、脱硫装置単独の改良だけでなく、排水処

図4 回収石こうの顕微鏡写真

図2 スート分離方式フロー図

図3 スート混合方式フロー図

図 5 石炭だきボイラ用脱硝触媒

理装置や灰処理装置も含めてシステム全体をよりシンプル化すること、あるいは廃棄物から有効利用できる製品を作る試みがなされている。

3. 排煙脱硝技術

3・1 はじめに ボイラの排ガス中の NO_x を低減させる対策には、燃焼技術の改善と排煙脱硝装置の設置があり、環境協定値に基づいてこれらを単独で採用または併用している。

排煙脱硝装置は、脱硝性能が高く長期間安定した性能が維持できる、アンモニアを還元剤に使用した選択的接触還元法が主流となっている。

以下に、本方式による石炭だきボイラ用脱硝装置の概要について説明する。

3・2 脱硝の原理 排ガス中の NO_x は還元剤として添加されたアンモニア (NH_3) と触媒上で反応し、無害な窒素 (N_2) と水蒸気 (H_2O) に分解される。

化学反応式を以下に示す。

3・3 脱硝装置の設置位置 高濃度のばいじんを含む石炭だきボイラ排ガス用の脱硝装置は、ボイラ出口、すなわち電気集じん装置の上流に脱硝装置を設置する高ダスト方式 (図1) と集じんした後、すなわち電気集じん装置の下流に脱硝装置を設置する低ダスト方式の2種類がある。

図 6 石炭だきボイラ用脱硝反応器

3・4 脱硝触媒 脱硝性能を支配する触媒は、脱硝反応を促進させるための活性成分 (バナジウム、タングステン、モリブデン等の酸化物) とこれを担持する担体 (酸化チタン) により構成されており、形状はハニカム形 (図5) と板状が主流となっている。

また、石炭だきボイラ用触媒は高濃度のばいじんに対して十分な耐摩耗性を有している。

3・5 脱硝反応器 石炭だき用脱硝装置の反応器構造の一例を図6に示す。石炭だき用の場合、ばいじん濃度が高いため反応器内のガス流れ方向は垂直下降流とし、かつ灰たい積防止対策として灰塊粉碎金物を設置している。また、反応器内のガス偏流による脱硝性能の低下や局所的な触媒の摩耗を防ぐためにガイドベーンや整流装置を設置している。

3・6 今後の技術動向 選択的接触還元法で得られる脱硝性能は通常およそ80%であるが、さらに性能を高めるための研究開発が行われている。

また、脱硝装置では触媒の作用により SO_2 の一部が SO_3 に転化するが、この SO_3 転化率を低減するため触媒の改良研究が行われている。

(原稿受付 1996年1月22日)