

## 高効率無触媒脱硝

# Hitachi日立造船株式会社

Hitachi Zosen

環境・エネルギー・プラント本部  
〒140-0013 東京都品川区南大井 6-26-3  
大森ベルポート D 館 15 階  
TEL : 03-6404-0852  
FAX : 03-6404-0839

### 1. はじめに

ごみ焼却発電施設の NO<sub>x</sub> 低減技術は、低空気比燃焼や排ガス再循環(以下、EGR)などの発生抑制と触媒脱硝(以下、SCR)や無触媒脱硝(以下、SNCR)などの分解除去に区分される。そのなかでも、SCR は厳しい保証値が設定されている施設で広く採用されている。しかし、ごみ焼却発電施設の SCR はアルカリ金属・酸性硫安等による触媒劣化を避けるために、SCR 上流側に設置するバグフィルタを 200℃ 以下で

運転し、ダイオキシン類の除去・除塵・脱塩・脱硫を行ったあと、蒸気式排ガス再加熱器で大量の蒸気を消費して 200℃ 以上に昇温してから触媒に通ガスすることが一般的であった。

SCR を採用せず、蒸気式排ガス再加熱器で消費する蒸気を発電に供するためには、EGR や SNCR の性能を向上させることが必須であった。

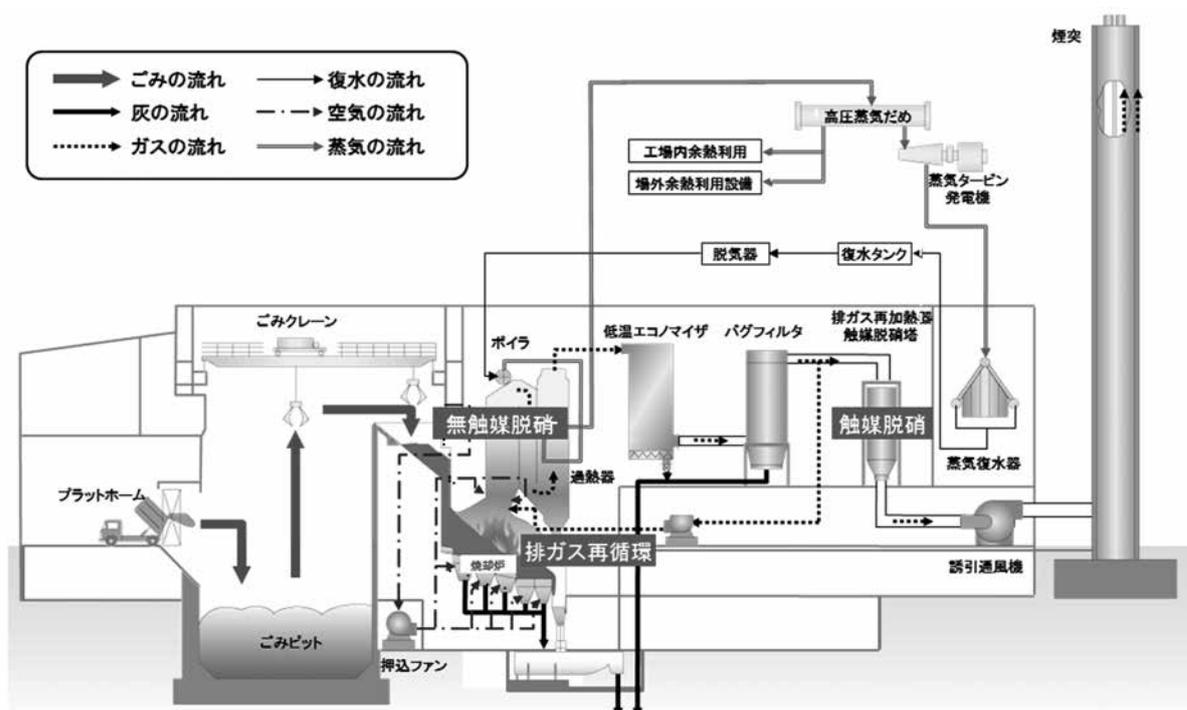


図1 ごみ焼却発電施設のフロー例

## 2. 高効率無触媒脱硝の原理と特長

SNCRとは、触媒を使用せずに、高温排ガス中にアンモニア(以下、NH<sub>3</sub>)や尿素などの還元剤を吹き込み、NO<sub>x</sub>を無害な窒素と水に還元する技術である。SNCRで高い脱硝性能を得るためには、還元剤を適正な排ガス温度域(800～900℃)に吹き込むことが重要である。これは、低温域に吹き込むと還元剤が反応しきれず、脱硝性能が低下してリークNH<sub>3</sub>が発生し、逆に高温域に吹き込むと還元剤が酸化してNO<sub>x</sub>となるからである。一方、都市ごみ焼却施設では、炉内温度はごみ質などの影響を受けて時々刻々と変動しており、最適なNH<sub>3</sub>供給位置も常に変動している。このため従来のSNCRでは脱硝性能が30%程度と低かった。

高効率SNCRでは、次の3つの技術を組み合わせ、脱硝性能60%以上を実現した。図2に高効率SNCRのコンセプトを示す。

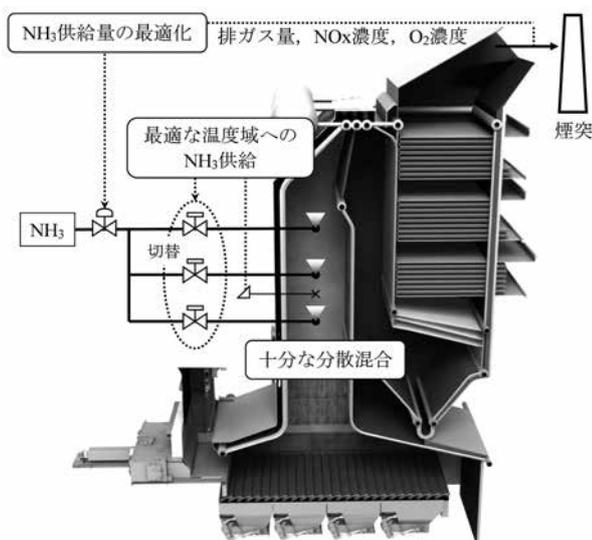


図2 高効率SNCRのコンセプト

### ① 最適な温度域へのNH<sub>3</sub>供給

反応に最適な温度域は800～900℃と非常に狭いが、焼却炉の内部温度は図3に示す通り時々刻々変化し、100℃程度は容易に変動する。これに対して、NH<sub>3</sub>供給ノズルを排ガスの流れ方向に複数段設け、炉内温度の変化に応じてNH<sub>3</sub>供給位置を自動で最適供給位置に切り替える。

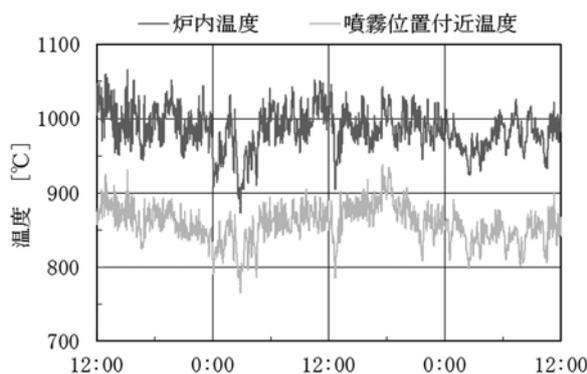


図3 焼却炉内温度変化の例 (A工場)

### ② NH<sub>3</sub>供給量の最適化

排ガス量、NO<sub>x</sub>濃度、O<sub>2</sub>濃度などから最適量のNH<sub>3</sub>を演算し、連続的に供給する自動制御を採用する。

### ③ 十分な分散混合

焼却炉内へのNH<sub>3</sub>拡散シミュレーションの結果を図4に示す。従来方式のSNCR(図中右)では噴霧されたNH<sub>3</sub>が壁付近に滞留し、中央付近へ到達していないのに対して、高効率SNCR(図中左)では噴霧されたNH<sub>3</sub>が速やかに全体に拡散・混合していることがわかる。

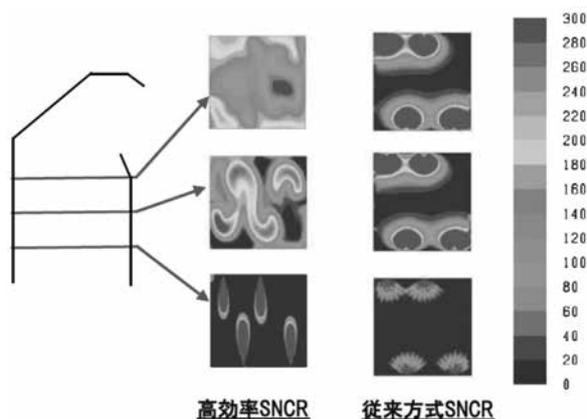


図4 焼却炉内NH<sub>3</sub>拡散シミュレーション

## 3. 実証試験結果

A工場で実施した連続運転データを図5に示す。A工場の施設規模は240t/日(120t/日×2炉)であり、EGRは非設置のため、SNCR

入口 NO<sub>x</sub> 濃度は約 100ppm である。これに対して、出口 NO<sub>x</sub> は平均 31ppm であり、NO<sub>x</sub> 除去性能として 65% を達成した。同時に、リーク NH<sub>3</sub> も白煙発生の目安とされる 5ppm 以下を満たしている。

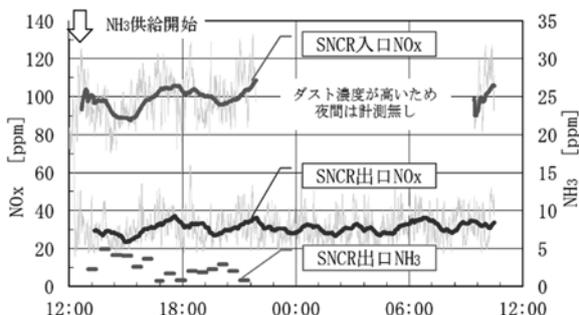


図5 SNCR 入出口 NO<sub>x</sub>、NH<sub>3</sub> の挙動(A工場)

また、B工場で実施した連続運転データを図6に示す。B工場の施設規模は 235t/日 (117.5t/日×2炉) であり低空空気比燃焼ならびに EGR を採用しているため、あらかじめ NO<sub>x</sub> は低減され、SNCR 入口 NO<sub>x</sub> は平均 37ppm であった。これに対して、SNCR 出口 NO<sub>x</sub> は平均 16ppm まで低減され、リーク NH<sub>3</sub> も 5ppm 以下であった。

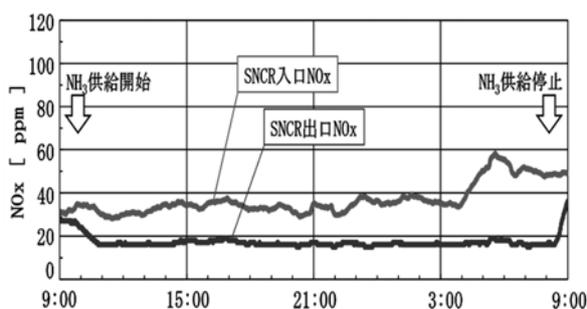


図6 SNCR 入出口 NO<sub>x</sub>、NH<sub>3</sub> の挙動(B工場)

両工場の結果より、高効率 SNCR は SCR とほぼ同等の性能を有することがわかる。

#### 4. 経済性

SCR は触媒充填量を増やすことで出口 NO<sub>x</sub> を 20ppm 以下まで低減できるが、高価な触媒だけでなく、蒸気式排ガス再加熱器やその熱源となる蒸気も必要となる。NO<sub>x</sub> 保証値を

SNCR で満足することができれば、設備コストやランニングコストの低減、排ガス再加熱で使用する蒸気を発電に供することによる発電量向上等が期待できる。

施設規模 300t/日 (150t/日×2炉)、SNCR 入口 NO<sub>x</sub> が 100ppm 程度、NO<sub>x</sub> 保証値が 40ppm の施設における経済効果を定量的に評価した結果を表1に示す。SCR を採用した場合と比べて、設備コストは 107 百万円削減される。また、発電量が 2,014MWh/年増加するので、840t/年の CO<sub>2</sub> 削減効果がある他、24 百万円/年の売電収益の増加が見込まれる。これ以外にも、触媒劣化に伴う交換費用が発生しないので、設備コストと 20 年間のランニングコストを総計すると 927 百万のコスト削減が可能である。

表1 高効率 SNCR による経済性評価(対 SCR)

発電量増加	2,014 MWh/年
CO <sub>2</sub> 削減量	840 t/年
設備コスト削減	107 百万円
ランニングコスト削減 うち (売電収益)	41 百万円/年 (24 百万円/年)
(NH <sub>3</sub> 消費増加)	(- 5 百万円/年)
(触媒交換削減)	(22 百万円/年)
20年間 LCC 削減	927 百万円/20年

施設規模 300t/日 (150t/日×2炉)  
280 日/年運転、低位発熱量 8,800kJ/kg  
NO<sub>x</sub> 発生濃度 100ppm、NO<sub>x</sub> 保証値 40ppm  
バグフィルタ運転温度 170℃  
SCR 運転温度 210℃  
売電単価 12 円/kWh、25% NH<sub>3</sub>、水単価 55 円/kg  
触媒寿命 4 年

#### 5. おわりに

高効率 SNCR は、従来 30% 程度にとどまる NO<sub>x</sub> 除去性能を、触媒脱硝装置の代替として対応出来る 65% 程度にまで大幅な性能向上を図ったものである。都市ごみ焼却発電施設の発電効率向上に寄与することで、再生可能エネルギー、安定電源、温暖化対策という社会のニーズに応える製品になった。

今後は、都市ごみ焼却施設以外への応用や高性能化の要求に対応するため、さらなる改良・改善を継続していく予定である。