

消石灰を利用した酸性ガス高度除去 集じん灰再循環システム



日立造船株式会社
環境事業本部 開発センター
グループ長 古林 通孝

1. はじめに

ごみ焼却排ガスには塩化水素（以下、HCl）や硫酸化物（以下、SOx）に代表される酸性ガスが含まれており、多くの施設で大気汚染防止法よりも厳しい自主規制値が設定されている。酸性ガスを除去する方法としては、湿式洗煙塔で苛性ソーダ水溶液と中和反応させる湿式処理法、ろ過式集じん器に吹き込む消石灰などのアルカリ粉末と中和反応させる乾式処理法がある。

従来、排ガス中のHCl及びSOxの保証値が10ppm以下の施設に対しては、多量の消石灰を必要とする乾式処理設備ではなく、湿式洗煙設備が採用されていた。しかし、湿式洗煙設備は排水処理設備が必要であり、更に湿式洗煙塔出口の温度の低い排ガス（60℃程度）の再加熱に蒸気を使用するため発電効率が低下すること、機器点数が多くイニシャルコスト及び建屋が大きくなることなど、施設の建設・運営面で課題があった。

このような中、当社は、大型施設向けの消石灰を含む集じん灰に水を加えて反応させる反応塔とろ過式集じん器で構成される集じん灰再循環システムの採用や、施設規模を問わないアルカリ粉末に重曹を採用した集じん灰再循環システム開発、といった湿式処理の代替を進めて

きた。更に、当社は、小規模施設にも適用できること、重曹よりも安価な消石灰を使用すること、湿式処理が対象とする保証値に対応できること、を目標として、本システムを開発することとした。

2. 装置の詳細説明

図1に示す「消石灰を利用した酸性ガス高度除去集じん灰再循環システム」は、集じん灰をろ過式集じん器に戻し、酸性ガスと反応していない消石灰を徹底的に再利用することで、余剰な消石灰量を減らすことを目的としたものである。

本システムは、ろ過式集じん器と、集じん灰をろ過式集じん器上流煙道に再供給するための再循環装置で構成される。この再循環装置を構成する主要機器は、一時的に集じん灰を貯留するタンク、及びこの貯留タンクに集じん灰を搬入するコンベヤとろ過式集じん器上流煙道に集じん灰を供給するコンベヤ、というシンプルなシステムである。

(1) ろ過式集じん器

複数本のろ布が内部に挿入されており、焼却炉から発生するばいじん、酸性ガスと反応した消石灰、及び余剰に吹き込まれた消石灰の捕集を行う。捕集された集じん灰は、圧縮空気により間欠的に払い落とされる。

(2) 集じん灰再循環装置

搬送コンベヤ：ろ過式集じん器で捕集された集じん灰を一時貯留タンクへ搬送する。

一時貯留タンク：ろ過式集じん器からの集じん灰は連続して排出されず、間欠的に払い落とされるため、集じん灰の循環を継続して行うために、いったん貯留する目的で設置している。

定量供給機：ろ過式集じん器への循環側と集じん灰処理設備への排出側のそれぞれに集じん灰を供給する。

循環コンベヤ：ろ過式集じん器入口の煙道へ集じん灰を搬送する。

排出コンベヤ：施設外へ搬出するための集じん灰処理設備へ集じん灰を排出する。

3. 独創性

酸性ガスの中和に消石灰を用いた集じん灰には、消石灰とHClとの反応によって生成する塩化カルシウムが含まれる。塩化カルシウムは潮解性を有することから、塩化カルシウムを多量に含む集じん灰は吸湿しやすく、ハンドリングが難しい。そのため、安定的に集じん灰をろ過式集じん器上流煙道に供給することが課題であった。

本システムでは上記課題を解決するため、下記3点を工夫した。これらの工夫により、シンプルな機器構成で安定的に集じん灰を再供給することができた。

- 貯留タンクからの集じん灰の安定供給
- 集じん灰の移送にコンベヤ方式を採用
- 集じん灰の煙道への供給は鉛直に投入

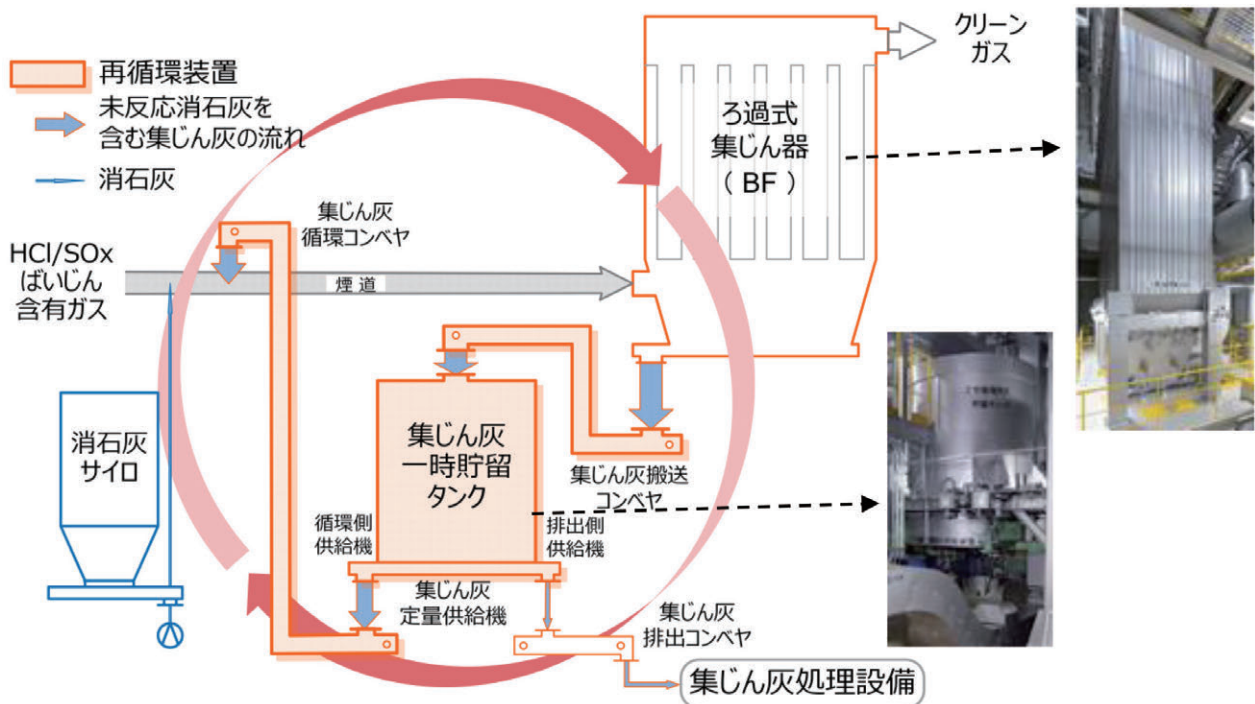


図1 消石灰を利用した酸性ガス高度除去集じん灰再循環システムの構成 (左：概略図、右：実装置の写真)



図2 本申請システム運転時のHClとSOxの1時間平均値の挙動
(HCl及びSOx濃度は酸素12%換算値)

4. 性能

(1) 湿式処理法と同等の排ガス処理性能を実現

既設清掃工場にて行った実証試験において、本システムを長期連続運転した結果を図2に示す。ここで、煙突入口（ろ過式集じん器出口）のHCl及びSOxの規制値は10ppmを想定して運転した。

本運転期間中のろ過式集じん器入口（BF入口）のHCl濃度は平均400ppm程度に対し、煙突入口のHCl及びSOx濃度の最大値はいずれも10ppmを下回った。また、ろ過式集じん器入口のHCl濃度が約300ppmから2倍以上の約630ppmに上昇した際にも、煙突入口のHCl及びSOx濃度は安定的に10ppm以下を満足した。これより、本システムは湿式処理法と同等の排ガス処理性能を有することを確認した。

(2) 消石灰使用量の削減

図3に、実証試験において確認した、本システムによる消石灰削減効果を示す。試験条件は、HCl及びSOx濃度の想定規制値が3条件(10ppm、20ppm、50ppm)、集じん灰循環率が2条件(4倍と6倍)の計6条件であり、集じん灰を循環しないときの消石灰使用量と比較した。ここで、集じん灰循環率とは、集じん灰発生量に対する集じん灰循環量の比であり、集じん灰発生量は消石灰供給量とばいじんの合計量となる。例えば、消石灰供給量が50、ばいじん量が50、集じん灰循環量が400の場合、集じん灰循環率は4倍(=400/(50+50))となる。

いずれの条件においても集じん灰を循環することで、消石灰使用量を2～4割削減することができた。特に、規制値50ppmの6倍循環条件で最も高い47%の削減

率を得た。また、いずれの規制値条件でも集じん灰循環率を増加させることで消石灰削減率が向上した。これは循環率が増加するにしたがって、集じん灰に含まれる未反応消石灰が系内に長く滞留し、反応する時間が増加したためである。例えば、規制値10ppm条件において、4倍循環では削減率が21%であったが、6倍循環では27%に向上した。

(3) 消石灰使用量の削減による副次的効果

図3の消石灰使用量の削減に応じて、消石灰の購入費用を抑えることができ、最終処分費も削減できる。このようなコストメリットは近年の自治体の財政難解消の一助となり、規制値が50ppm程度の厳しくない施設にとっても本システムは貢献できる。また、残余容量が逼迫している最終処分場の負荷軽減にも貢献できる。

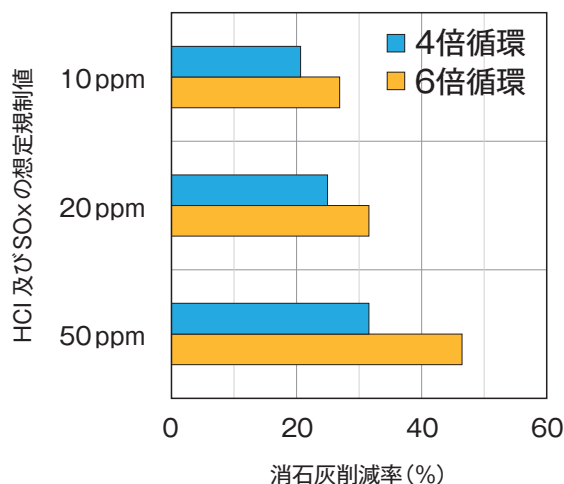


図3 各条件における消石灰使用量の削減率

5. 経済性

本システムの導入を想定した施設と、湿式処理法の導入を想定した施設について、経済性を比較した。

酸性ガスを高度に除去できる湿式処理法を図4の(1)に示す。この処理法では、焼却炉から排出される燃焼ガスはボイラで熱回収したのち、ろ過式集じん器でばいじんを除去し、湿式洗煙塔でHClやSOxが苛性ソーダ水溶液と反応して10ppm以下まで除去される。しかしながら、洗煙塔通過後の低温排ガス（約60℃）を触媒反応塔のNOx分解温度（約200℃）まで蒸気を用いて再加熱する必要があるため、発電に使用できる蒸気量を消費し、発電効率を低下させるという欠点がある。これに対して、図4の(2)に示す本システムは、湿式処理法と同等の酸性ガス除去性能を有しているため、湿式洗煙塔を省略して発電に使用する蒸気量が増加する。

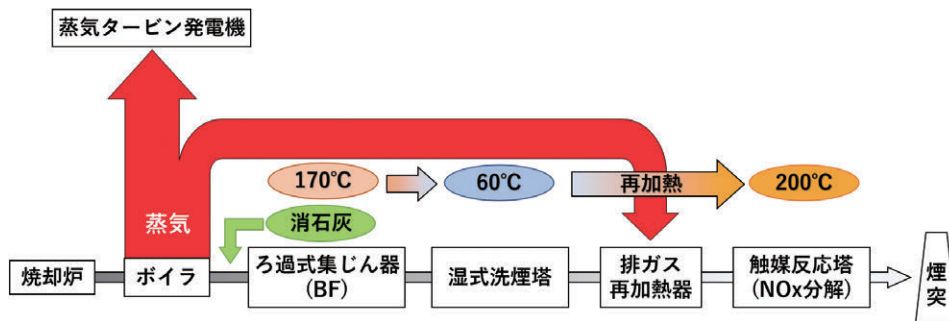
本システム(図4の(2))と湿式処理法(図4の(1))の経済性を比較するため、湿式処理法のコストを100%として本システムを相対評価した。ここで、モデル施設としては

ごみ処理能力500t/日(250t/日×2炉)、HCl及びSOxの規制値10ppm、集じん灰循環率4倍を採用した施設を想定した。その結果、本システムは湿式洗煙塔が不要であるため、排ガス処理設備の建設費は湿式処理法の29%と大幅に削減できる。また、施設を20年間運転した際の運転収益は1.15倍に向上し、これは発電量の向上による売電収入の増加が大きく貢献している。更に、本システムの建設費を含めた20年間の収益は、湿式処理法の1.40倍となる。

6. 将来性

酸性ガスの排出基準値が50ppm程度とそれほど厳しくない施設においても、消石灰使用量を4割程度削減し最終処分量も低減できるため、酸性ガス排出基準値にかかわらず、建設中を含め9施設に採用している。また、近年諸国でもごみ焼却に伴う環境問題が重視されており、排出基準値は厳しくなる傾向にある。本システムは厳しい排ガス基準を満足し、蒸気量の節約により発電量を増やせるため、海外市場への展開にも大きな期待が寄せられている。

(1) 湿式処理法



(2) 本申請システム(乾式処理)

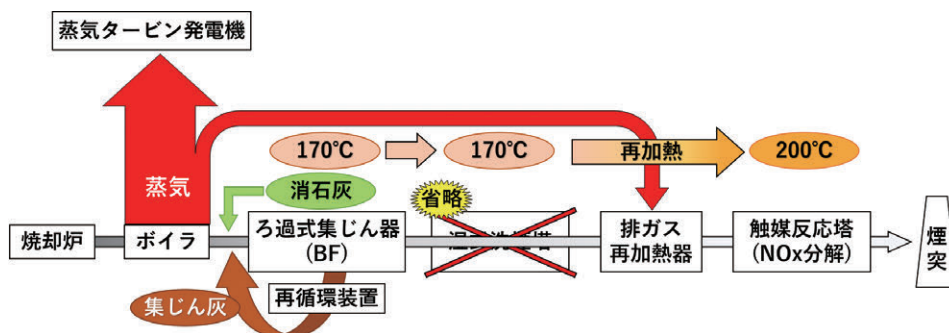


図4 ごみ焼却発電施設におけるHCl及びSOx規制10ppm対応の排ガス処理フロー