

豎型火格子式ストーカ炉と乾式反応集じん装置による 一般廃棄物焼却処理システム



営業本部
 大阪市西区京町堀 1-6-17
 TEL:06-6448-0141
 FAX:06-6448-4370

1. はじめに

当社は、投入された廃棄物を火格子の開閉による灰の排出に伴ない重力で移動させながら燃焼させる豎型火格子式ストーカ炉を開発し、一般廃棄物を始め、産業廃棄物、医療廃棄物、災害廃棄物まで安定して処理してきた。また、焼却炉とともに排ガス処理に使用するバグフィルタには、消石灰や活性炭等の薬品を短時間で吹込んでろ布表面に薬品の反応層を形成して排ガス処理を行なうプレコート方式の乾式反応集じん装置を開発し高効率の酸性ガス処理と除じん性能を実現した。

本稿では当社が開発した豎型火格子式ストーカ炉と乾式反応集じん装置を組み合わせた一般廃棄物焼却処理システムについて紹介する。

2. 豎型火格子式ストーカ炉

ア. 開発の背景

1960年代以降、一般廃棄物の焼却処理に最も多く利用されている従来型のストーカ炉は、耐熱鋼製の火格子上に廃棄物を薄く（300mm未満）広げてストーカ下から空気を供給して燃焼させ、燃焼に伴う高温ガスの輻射熱を利用して乾燥・燃焼させる方式であるが、廃棄物中に燃えやすいプラスチックや紙・布類が混入しているとこれらが投入直後に燃え、局部的に高温となって炉を傷めたり、難燃物だけが燃え残り最終的に未燃物が排出されるという課題があった。

その対策として、廃棄物を400～1,000mm程度の厚さで火格子上に厚く積み、廃棄物層の

下部で燃焼した高温ガスにより、上層のごみを乾燥・燃焼させるとともに、ストーカ炉の終端に未燃物を含む焼却灰を垂直に積み上げ、高温空気により未燃物をおき燃焼させる燃焼完結装置を開発し、燃焼温度と時間を確保した。これにより、従来に比べて熱灼減量（燃え残り）を

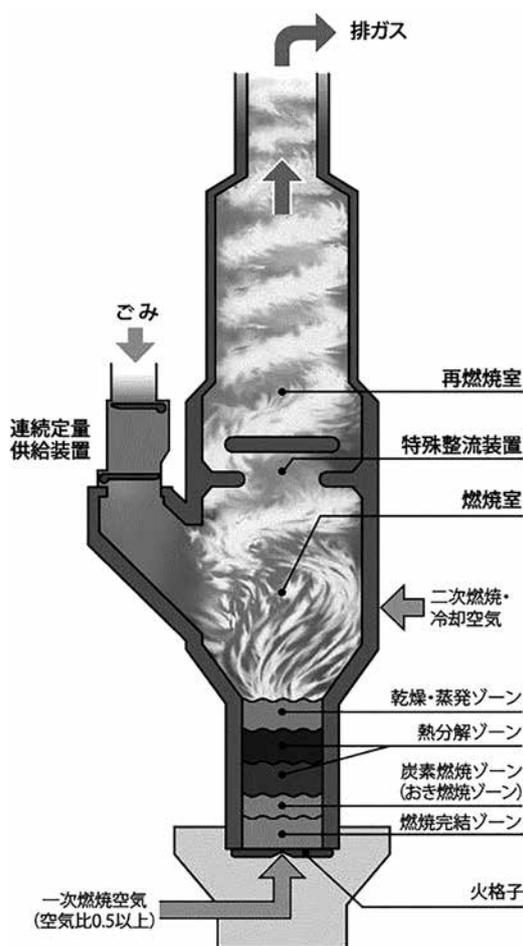


図1 豎型火格子式ストーカ炉の構造図

大幅に低減することができた。さらに、炉体構造の最適化を図り、従来のストーカ炉における乾燥・燃焼・後燃焼の各ゾーンを垂直方向に一体として燃焼させる堅型火格子式ストーカ炉(図1)を完成させた。

2006年には(公社)全国都市清掃会議発行「ごみ処理施設整備の計画・設計要領」のストーカ形式の項に「堅型火格子式」として掲載され一般廃棄物用のストーカ炉の一形式として認められた。

イ. 燃焼機構

円筒堅型の炉体(図1)に、廃棄物を燃焼室の上部から投入して炉底の火格子上に廃棄物層を形成し、炉底部から供給される理論燃焼空気量の1/2以下の一次燃焼空気により部分燃焼させ、その熱で有機物を熱分解させる。投入された廃棄物は、廃棄物層内で燃焼・熱分解後の酸素を含まない900℃程度の高温ガスと直接接触することにより短時間で効率良く乾燥する。熱分解した炭化物を含む残渣は600℃以上の廃棄物層(灰層)内で6時間以上滞留しながら完全燃焼し、一方ごみ層表面から排出される水素や一酸化炭素等の可燃ガスを高濃度で多量に含む熱分解ガスは廃棄物層の上方に供給される豊富な二次燃焼空気と焼却炉内の燃焼室と再燃焼間に設けた特殊整流装置により、熱分解ガスと二次燃焼空気の混合・攪拌が促進され、容易に完全燃焼し、ダイオキシン類の発生も抑制され同時に、還元二段燃焼によりNO_xの発生も抑制される。

ウ. 特長

堅型火格子式ストーカ炉の特長を以下に示す。

①一次燃焼空気量を理論燃焼空気量の1/2以下の一定量としているため、ごみ質の変化があっても可燃分の燃焼量は空気(酸素)量に見合っただけで変動が少なく、安定した燃焼が可能。

②高温で酸素を含まない十分な量の熱分解ガスで廃棄物を効率良く均一に乾燥できる。

③廃棄物と一次燃焼空気(ガス)との接触性が非常に高く、燃焼層の厚さ・温度・滞留時間を十分に確保できるため、1/2以下の空気比で完全燃焼できる。

④一酸化炭素濃度の平均値はほぼゼロであり、不完全燃焼に伴い発生するダイオキシン類の発生が抑制される。

⑤燃焼が安定していることから、焼却炉からの排ガスの量と温度の変動が少なく、特別な燃焼制御を行わなくともボイラの蒸発量変動を安定させることができる。

⑥イニシャルコスト

コンパクトな堅型、円筒形状であり、設置面積を小さくできる他、火格子は炉底部に設けるだけのため小面積でかつ高価な耐熱材料は必要なく、複雑な駆動機構もないためイニシャルコストを低減できる。

⑦ランニングコスト

炉内の金属部品は火格子だけであり、火格子は灰の層(断面層)に覆われ、また炉底部からの一次燃焼空気により冷却されるため、焼損がなく交換頻度が少ない。炉体は円筒形状のため耐火物の容積も小さく脱落しにくいいため、補修費も安価である。

3. 乾式反応集じん装置

ア. 開発の背景

1983年秋にごみ焼却施設の集じん灰からダイオキシン類が検出されたのを契機に、1990年12月の「ダイオキシン類発生防止等ガイドライン」(通称「旧ガイドライン」)、1997年1月の「新ガイドライン」が旧厚生省から通達され、段階的にダイオキシン類排出濃度の規制強化が進められた。その結果、燃焼技術による発生抑制とともに、排ガス処理設備における対策として、集じん装置の低温化(概ね200℃以下)、活性炭吹込みによる吸着除去および触媒による分解除去等が提案された。

また、大都市圏では有害ガスの排出規制値がより厳しくなり、上乘せ基準値を遵守するため、湿式洗煙装置、活性炭吸着塔や触媒脱硝塔等の大掛かりな装置を必要とする場合は、初期コストや維持費の増大という課題が生じることとなった。この状況の中、当社は乾式処理のバグフィルタの性能向上による解決を目指して、乾式反応集じん装置(プランテック式プレコートバグフィルタ)(図2)を開発した。

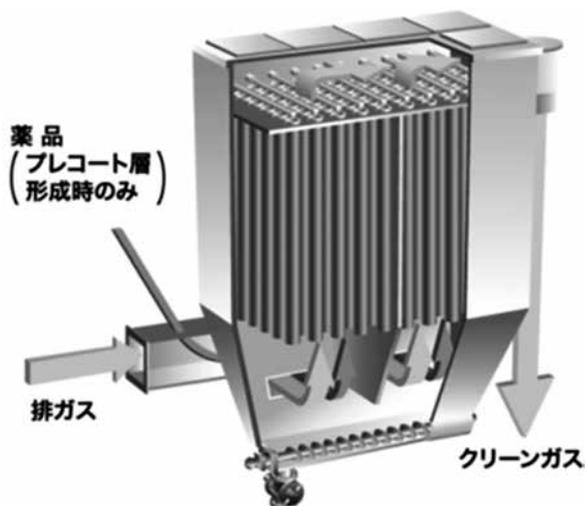


図2 乾式反応集じん装置の基本構造

イ. 機構説明

一般にバグフィルタのプレコートとは使用前にろ布の保護や1次集じん層を形成することを意味しているが、乾式反応集じん装置は、ろ布表面に常に未反応消石灰が残存する反応層を繰り返し形成することにより、酸性ガス（HCl、SOx）を高効率で除去するものである。基本構造を図2に示す。

乾式反応集じん装置の構造は汎用の連続吹込み式バグフィルタと同様であるが、本装置では、ダスト除去、酸性ガス処理とダイオキシン類、水銀除去を同時に行うことができる。装置の運転時に消石灰・活性炭を乾式反応集じん装置前の煙道に一気に（通常は4時間分の消石灰を10分間で吹込む）吹込んでろ布表面に消石灰・活性炭の反応吸着層を形成し、消石灰が破過するかバグフィルタの差圧が上昇すると、飛

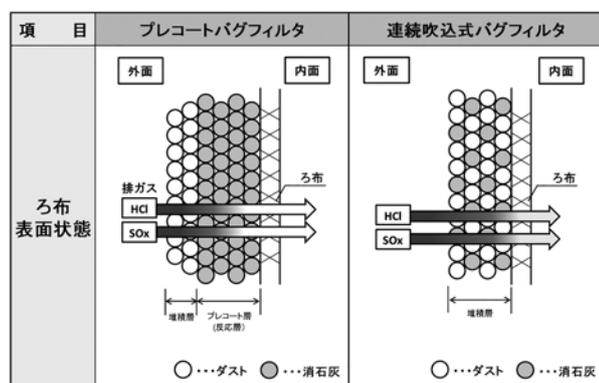


図3 乾式反応集じん装置による処理方法

灰を払い落とし短時間(10分程度)でろ布表面に消石灰・活性炭層を繰返し形成する。汎用の連続吹込み式バグフィルタは、煙道とバグフィルタろ布上での反応によるが、本装置はろ布上での反応が支配的である。ろ布表面には均一な厚さの消石灰・活性炭層が形成され、ばいじんは消石灰・活性炭層の表面で分離除去される。排ガスと消石灰・活性炭の接触効率が高く、HCl、SOxは高効率で反応除去され、ダイオキシン類、水銀は吸着除去される。図3に同装置の概念図を示す。

ウ. 特長

乾式反応集じん装置の特長を以下に示す。

①技術

・払落し直後も4時間程度分の消石灰を10分程度で噴霧するため、煙道中でも高い当量比で排ガスと接触し、噴霧した消石灰は直ちにろ布表面に付着して厚い反応層を形成するため、薬剤噴霧中も高い除去率を維持する。

・払落し直後にろ布に剥離性の良い消石灰の層が形成されるため、ダストによるろ布の目詰まりがない。このためダストの剥離性向上と酸性ガスとの反応効率向上を目的とした助剤が不要である。

・消石灰の層が形成されるためフッ化水素等によるろ布の侵食がない。

・HCl、SOx除去は、ろ布表面に形成された消石灰層との反応が支配的で排ガスと消石灰の接触効率が高く、連続吹込み式と比較して高い除去率が得られる。

②イニシャルコスト

本装置は乾式処理であり、連続吹込み乾式処理と同様に排水処理などの付帯設備が不要である。また、バグフィルタ入口濃度が高い場合や公害防止基準値が厳しい場合には、連続吹込み式では単段処理で対応できず、2段バグフィルタが必要となるのに対し、本装置は単段処理が可能であるため、イニシャルコスト・設置スペースとも大幅に低減できる。

③ランニングコスト

薬剤と有害ガスとの高い接触・反応効率により、汎用のJIS特号消石灰で高性能が保たれ、未反応薬剤は連続吹込み式に比べ少ない。ま

た、薬剤使用量の低減により、特別管理廃棄物である飛灰量が低減され、最終処分費も軽減される。さらに、反応・吸着層により常にろ布表面が保護されているため、ろ布の長寿命化が図れ、維持管理費が軽減できる。

4. 実績および事例紹介

ア. 実績

竪型火格子式ストーカ炉は、1994年に京都大学医学部附属病院に第1号機を納入以降、現在までに医療廃棄物専焼炉(3施設・5炉)、産業廃棄物向け(22施設・24炉)、一般廃棄物向け(5施設・8炉)、災害廃棄物(1施設・3炉)の実績を重ね、現在30施設・40炉の実績を有している。

また、乾式反応集じん装置は、1994年に新潟県の自治体向けに第1号機を納入以降、一般廃棄物、産業廃棄物、災害廃棄物向けに実績を重ね、現在53施設・80基の実績を有している。

イ. 事例紹介

(1) 一般廃棄物処理施設における事例

2015年4月に竣工したクリーンパーク長与(27t/24h×2炉)は、連続炉でガス冷却は水噴射方式である。性能試験時のバグフィルタ出口HCl、SO_x濃度は、いずれも2ppm以下の低いレベルであり、その後も10ppm以下を継続している。

(2) 高濃度HCl発生施設における事例

高濃度のHClを発生する医療廃棄物・産業廃棄物焼却施設のバグフィルタ出入口のHCl濃度分析の事例では、入口で2,000ppmを超えるHCl濃度に対して14ppmまで除去できおり、99.4%の高い除去率を確認した。

(3) 水銀挙動

平成28年6月に公開された水銀大気排出抑制対策についての第一次報告書案に既存廃棄物焼却炉の水銀濃度実態調査がまとめられ、バグフィルタおよび活性炭処理またはスクラバーおよび活性炭処理を行っている施設で平均8.2～9.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3_{\text{N}}$ 、最大で87 $\mu\text{g}/\text{m}^3_{\text{N}}$ というデータがある。

これに対し、当社納入のクリーンパーク長与における乾式反応集じん装置の測定結果では定

量下限値以下、連続分析計による3日間の分析でもほとんどの時間帯でゼロを示し、平均で0.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3_{\text{N}}$ と極めて低い濃度であった。理由として乾式反応集じん装置では(未反応)薬剤の反応層が形成されることにより排ガスと薬剤との接触確率が高いためと考えられ、乾式反応集じん装置を備えれば水銀抑制のための新たな対策が不要である可能性が示唆された。

5. 竪型火格子式ストーカ炉を用いた廃棄物の焼却処理システムの新たな展開

当社は竪型火格子式ストーカ炉が採用された全ての施設において乾式反応集じん装置を採用し、これらを組み合わせた処理システムにより環境負荷の極めて低いプラントを提供している。竪型火格子式ストーカ炉でNO_xの発生を抑制しながら完全燃焼し、後続の乾式反応集じん装置でダスト除去、酸性ガス処理とともにさらなるダイオキシン類除去と水銀除去を同時に行う乾式システムにより、廃棄物の種類を問わない安定した燃焼とランニングコストの削減および維持管理の容易なプラントを実現した。

最近では無触媒脱硝を併用することで、NO_xを安定して50ppm以下、HCl、SO_xは10ppm以下に抑制して運転している施設もある。竪型火格子式ストーカ炉の特長である高い乾燥効率を活かして、脱水汚泥を30%以上混焼することも可能であり、さらには液状廃棄物も処理できることから、産業廃棄物処理施設ではこれらの処理も行っている事例がある。

6. まとめ

竪型火格子式ストーカ炉と乾式反応集じん装置による廃棄物の焼却処理システムは、当社が多種多様な廃棄物と半世紀に亘る廃棄物の変化に対応し、153プラントに上るプラント建設の経験と研究開発により完成させたシステムであり、現在も日々技術改良を重ねている。今後、この技術をさらに広く普及させるとともに、さらなる技術開発にも取り組んで循環型社会の発展に貢献したいと考えている。