

レーザー式ガス分析計を用いた廃棄物高効率発電への取組み

Approach for High Efficiency Waste Power Generation using Laser Gas Analyzer



砂田浩志*
Hiroshi Sunada



渡邊 圭*
Kei Watanabe



細田博之*
Hiroyuki Hosoda



小野雄基**
Yuuki Ono

2011年3月11日に発生した東日本大震災以降、再生可能エネルギーに注目が集まっている中、廃棄物発電の高効率化は重要なテーマである。廃棄物高効率発電の取組みの一環として、バグフィルタ温度の高温化と低温触媒の採用による蒸気式再加熱器を不要とするプロセスの検討を行い、バグフィルタ高温化の際における消石灰の脱塩性能ならびにダイオキシンの除去性能を確認した。レーザー式HCl計を用いた消石灰吹込み制御を行うことで、バグフィルタの高温化による消石灰使用量の増加を抑制しつつ、発電量を向上させることができる。

Renewable energy is gaining attention and high efficiency waste power generation has been an important topic, especially after The Great Eastern Japan Earthquake. A process adopting a high temperature at bag filters and a low temperature DeNOx catalyst can achieve high efficiency waste power generation. The authors confirmed efficient dioxin removal and HCl removal by $\text{Ca}(\text{OH})_2$ at a higher entrance temperature at bag filters. Though a high temperature at bag filters increases the $\text{Ca}(\text{OH})_2$ usage to neutralize the HCl, adjusting $\text{Ca}(\text{OH})_2$ injection rate with a hydrochloride laser gas analyzer minimizes the $\text{Ca}(\text{OH})_2$ usage and improves energy generation efficiency.

Key Words :

廃 棄 物 発 電
レ ー ザ 式 HCl 計
消 石 灰

Waste power generation
Hydrochloride laser gas analyzer
Hydrated lime ($\text{Ca}(\text{OH})_2$)

【セールスポイント】

バグフィルタ温度の高温化と低温触媒の採用により、蒸気式再加熱器が不要となり発電効率向上が可能となる。バグフィルタ温度の高温化により消石灰の脱塩効率が低下し使用量が増加するが、レーザー式HCl計を用いた消石灰吹込み制御を行うことで、その増加量を抑えることが可能である。

まえがき

2011年3月11日に発生した東日本大震災に伴う福島第一原子力発電所の事故の影響を受け、日本のエネルギー政策の見直しが進められている。効率化、省エネ化などによりエネルギー消費そのものを減らす取組みがなされている一方、発電施設の発電高効率化

も強く推し進められている。

廃棄物処理施設の役割は元来、最終処分場の用地確保の観点からそれらの減容・減量化と、公衆衛生の観点から安定化・無害化することであるが、近年は廃棄物焼却余熱を用いた「発電所」としても位置付けられており、廃棄物処理施設においても発電高

効率化のニーズが高まっている。具体的には表1のような技術要素の取組みがなされている¹⁾。

このような背景のもと、当社では膜処理技術を用いて排水を適正処理・再利用することで減温塔の噴霧水量を大幅に削減できる水リサイクルシステムを開発し、排水クローズドシステムでも発電効率の向上に貢献できることを報告した²⁾。

今回は、バグフィルタ温度の高温化を図り、脱硝触媒の前段に設置している蒸気式再加熱器を不要とするプロセス(図1)について検討した。

本報告では、そのプロセスにおけるバグフィルタ高温化の際の脱塩性能の確認と、レーザ式HCl計を用いて消石灰使用量の削減に取組んだ結果について報告する。

1. バグフィルタ高温時の脱塩性能データの取得

1.1 試験方法

既設の流動床式ガス化溶融炉において、バグフィルタの前段に設置してある減温塔の噴霧水量をコントロールし、バグフィルタ入口温度を170℃、190℃

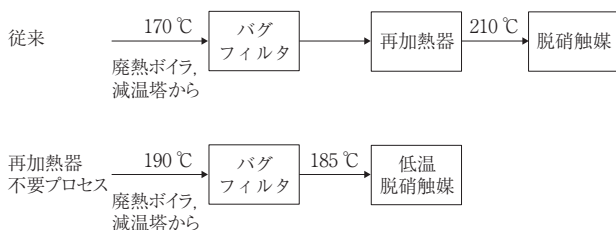


図1 蒸気式再加熱器不要プロセス

に調整した。消石灰は高反応性消石灰を使用し、バグフィルタ入口から供給した。

1.2 試験結果

図2にHClの除去性能を示す。HCl除去率とモル比および温度との関係は、従来からよく知られた関係のとおり、消石灰当量比の増加や温度の低下によって、HCl除去率が増加する傾向が見られた。仮にHCl除去率が80%の場合、バグフィルタ入口温度を170℃から190℃にすることで、消石灰使用量は約1.8倍との試算となる。

また、今回の試験に併せてダイオキシンの除去性能についても確認した。バグフィルタ入口温度が190℃の際のバグフィルタ入口、出口のダイオキシン濃度を表2に示す。活性炭の吹込み量は約30 mg/

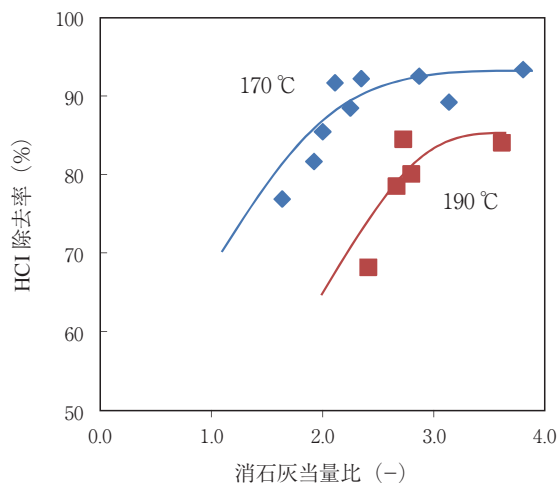


図2 HCl除去性能

表1 高効率発電の技術要素と向上効果

発電効率向上に係る技術的要素・施策		発電効率向上効果	発電効率比較条件
熱回収能力の強化	① 低温エコノマイザ	1%	ボイラ出口排ガス温度：250℃→190℃
	② 低空気比燃焼	0.5%	300 t/d 燃焼空気比 1.8→1.4
蒸気の効率的利用	① 低温触媒脱硝	1～1.5%	触媒入口排ガス温度：210℃→185℃(再加熱なし) ※白煙防止の運用停止との組合せ
	② 高効率乾式排ガス処理	3%	湿式排ガス処理→高効率乾式処理
	③ 白煙防止条件の設定なし、あるいは、白煙防止装置の運用停止	0.4%	白煙防止条件：5℃, 60%→条件なし
	④ 排水クローズドシステムの導入なし	1%	ボイラ出口排ガス温度：250℃→190℃
蒸気タービンシステムの効率向上	① 高温高圧ボイラ	1.5～2.5%	蒸気条件：3 MPaG × 300℃→4 MPaG × 400℃
	② 抽気復水タービン	0.5%	脱気器加熱用蒸気熱源：主蒸気→タービン抽気
	③ 水冷式復水器	2.5%	タービン排気圧力：-76 kPaG → -94 kPaG

1) 「廃棄物系バイオマス利用発電技術」(環境技術)より抜粋

表2 ダイオキシン除去データ

BF 入口	ダイオキシン濃度	0.223 ng-TEQ/m ³ N
BF 出口	ダイオキシン濃度	0.0038 ng-TEQ/m ³ N
ダイオキシン除去率		98 %

m³Nとした。バグフィルタ入口温度が190℃でも、ダイオキシン除去率は98%以上であり、十分なダイオキシン除去率を得られることが確認できた。

2. レーザ式 HCl 計を用いた消石灰吹込み制御

前述のとおり、バグフィルタの高温化により消石灰使用量が増加する。イオン電極式 HCl 計を用いた従来の消石灰吸込み制御では、HCl 測定に時間遅れがあるため、規制値を満足するためには、消石灰を過剰に供給する必要がある。それを削減するためにレーザ式 HCl 計を使った制御により消石灰使用量の削減を図った。以下にレーザ式ガス分析計の特徴とあわせてレーザ式 HCl 計による制御運転の結果について報告する。

2.1 レーザ式ガス分析計の特徴

レーザ式ガス分析計の概略を図3に示す。発光器ユニットから測定対象ガスが流れる煙道内にレーザ光を入射させ、反対側に設置してある受光器ユニットに送られる。吸光度 $\log(I_0/I)$ は、対象とする吸収媒体濃度と光路長に比例するため（Lambert beer 法則）、その吸光度を測定することで、排ガス中の対象ガス濃度を測定することができる。

$$\log(I_0/I) = \epsilon \cdot C \cdot L \quad \text{式①}$$

I_0 : 入射光強度

I : 透過光強度

ϵ : ガス吸収係数

C : ガス濃度

L : 光路長

レーザ式ガス分析計の一般的な特徴³⁾を次にまとめる。

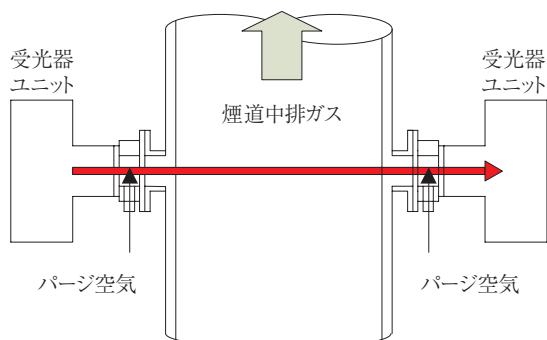


図3 レーザ式ガス分析計の概略

- ・分析計が直接排ガスと接触しないため高温域でも安定した測定ができる。
- ・排ガスを吸引せずに測定できるため、ダストによる詰まりなどの問題が発生しない。また排ガスを吸引するために生じる分析時間の遅れがない。
- ・単一吸収線吸収分光法を採用しているため、共存ガスの干渉がない。

またダスト濃度が高い測定箇所では、必要に応じてパージガスを流入させることで、より安定した測定が可能となる。

2.2 消石灰吹込み制御の概要

今回、レーザ式 HCl 計を用いた消石灰吹込み制御システムの概要を図4に示す。

消石灰はバグフィルタ入口から吹込まれ、SO_x、HCl と中和反応する。今回の試験では高反応性消石灰を使用した。消石灰吹込み量は、バグフィルタ後段側に設置したレーザ式 HCl 計にて計測した HCl 濃度が一定値になるようフィードバック制御することで決定した。

2.3 実炉でのガス濃度測定結果

図4に示すレーザ式 HCl 計とほぼ同じ位置に設置してあるイオン電極式 HCl 計（既設）との測定性能を比較した。ちなみにイオン電極式 HCl 計は、吸引式であり煙道から検知器まで加熱導管にて接続されている。

レーザ式 HCl 計とイオン電極式 HCl 計の HCl 濃度のトレンドグラフを比較したものを図5に示す。両者を比較すると、イオン電極式 HCl 計による測定ピークの2～3分前に、レーザ式 HCl 計による測定ピークが測定された。これはレーザ式 HCl 計では、煙道中のガスを直接測定し、時間遅れがないことによるものである。また絶対値に関しては、イオン電極式 HCl 計で平均29.1 ppm に対して、レーザ式 HCl 計で平均29.6 ppm と測定値にほとんど差が見られず、精度良く測定することが可能であることが確認できた。

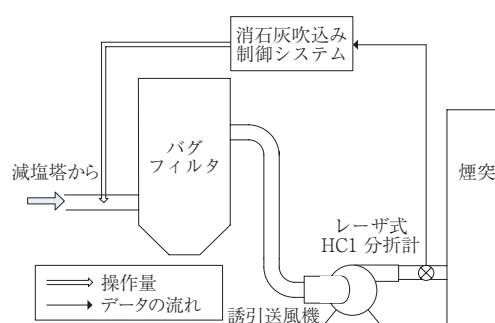


図4 制御システムの概要

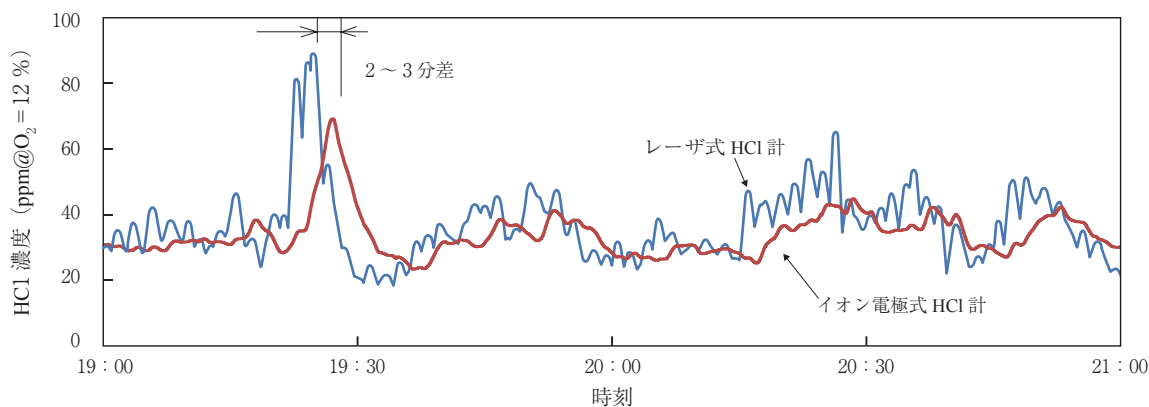


図5 従来のイオン電極式 HCl 計とレーザ式 HCl 計の HCl 濃度トレンド

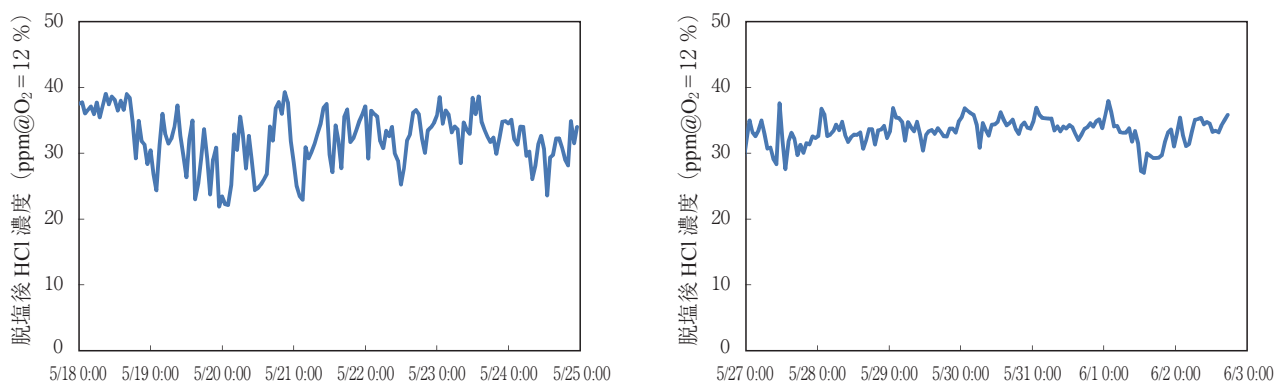


図6 脱塩後の HCl 濃度トレンド (左: イオン電極式 HCl 計, 右: レーザ式 HCl 計)

2.4 制御試験結果

イオン電極式 HCl 計による制御とレーザ式 HCl 計による制御を比較した試験結果を図6にまとめた。バグフィルタ出口 HCl 濃度が40 ppm 以下になるよう制御した。バグフィルタ入口温度を190℃にした際のデータである。試験期間は約7日間で評価した。

レーザ式 HCl 計による制御は、イオン電極式 HCl 計による制御に比べて脱塩後の HCl 濃度のバラツキが小さいことから、レーザ式 HCl 計による制御は、発生 HCl 濃度の変動に応じて応答よく消石灰の吹込み制御が可能であることが確認できた。結果、消石灰は過不足なく供給することができ、4.0 kg/ごみ t から3.1 kg/ごみ t と24%削減できる結果を得た。

今回レーザ式 HCl 計を用いて消石灰使用量の削減を図ったが、さらなる制御方法の高度化や、飛灰の循環などの方法を用いてさらなる削減に取り組んでいきたい。

むすび

バグフィルタの高温化を図り、脱硝触媒の前段に設置している蒸気式再加熱器を不要とするプロセスについて検討した。バグフィルタ入口温度を170℃から190℃に上げることで消石灰使用量は増加するが、レーザ式 HCl 計を用いた消石灰吹込み制御を行うことで、その増加量を抑えることが可能であることが確認できた。まだ消石灰使用量の削減の余地はあると考えられ、発電効率の向上とあわせてランニングコスト削減も視野に入れてプロセスの改善を図っていく所存である。

[参考文献]

- 1) 秩父薫雅, 小林英正: 廃棄物系バイオマス利用発電技術, 環境技術, Vol.42, No.6, pp.349-354 (2013)
- 2) 平井友希子ほか: 廃棄物焼却施設における水リサイクルシステムの確立, 神鋼環境ソリューション技報, Vol.7, No.1, pp.36-42 (2010)
- 3) 日本工業新聞新社: 明日を拓く「新・環境技術」京都電子工業の「レーザガス分析計 KLA-1」塩化水素濃度計中心に廃棄物処理炉などへ拡販, 月刊地球環境, Vol.40, No.5, pp.86-87 (2009)

*技術開発センター プロセス技術開発部 廃棄物処理室 **技術開発センター 知的財産室