

高効率活性炭吸着塔「JFE ガスクリーン DX」

High Efficiency Activated Carbon Adsorber “JFE-Gas-Clean-DX”

1. はじめに

現在、廃棄物焼却炉および製鋼用電気炉から排出される排ガス中のダイオキシン類（以下、DXN 類）には、DXN 類特別措置法によりそれぞれ $0.1 \text{ ng-TEQ/m}^3\text{-norm.}$ 以下、 $0.5 \text{ ng-TEQ/m}^3\text{-norm.}$ 以下の規制値が課せられている。さらに、現行規制値よりも低濃度に、かつ安定的に DXN 類の排出を抑制できる設備が求められている。また、水銀 (Hg) の排出抑制が目ざされつつあり、Hg も一括して除去可能な設備のニーズも増えている。

JFE エンジニアリングでは、これまでこのような微量有害物質の除去ニーズに対して、移動層式活性炭吸着塔を設置することで対応してきた。移動層式活性炭吸着塔は、一定層厚を有する活性炭を排ガスが通過するため、微量有害物質に対し優れた除去性能を発揮するものの、装置が大きく使用する活性炭量も多いなどの課題を有していた。

この課題を克服するため、固定床側流式構造の活性炭カートリッジに活性炭を充填し、効率的に排ガスと活性炭を接触させるコンパクトかつ高効率な活性炭吸着塔を開発し、商品化した¹⁾ (商品名：JFE ガスクリーン DX)。本稿では、本装置の特徴と実機設備における性能について述べる。

2. 装置概要および特徴

図 1 に装置の外観を、図 2 に活性炭カートリッジの模式図を示す。本装置は、脱着自在な活性炭カートリッジで構成され、活性炭カートリッジには固定床側流式構造を採用することで、排ガスと活性炭との高効率な接触を実現している。さらに、発火防止性能に優れた粒状活性炭を新たに開発し、適用している。本装置の主な特長を以下に示す。

- (1) 装置がコンパクトである。
- (2) 微量有害物質に対する高い除去性能を有する。
- (3) 圧力損失が低い。
- (4) 高温（排ガス温度 200°C ）での使用が可能である。

図 2 に示すように、排ガスは活性炭カートリッジ内に複数設置された薄い活性炭充填層内を均一に分散されて通過する。このため、排ガス中の微量有害物質と活性炭との接触効率に優れ、高い除去性能と活性炭使用量の大幅削減が可能となる。廃棄物焼却炉排ガスに対して除去対象物質を DXN 類とした場合、空間速度 (SV) = $10\,000 \text{ h}^{-1}$ 程度で対応でき、従来の移動層式活性炭吸着塔 (SV = $500 \sim 1\,000 \text{ h}^{-1}$)

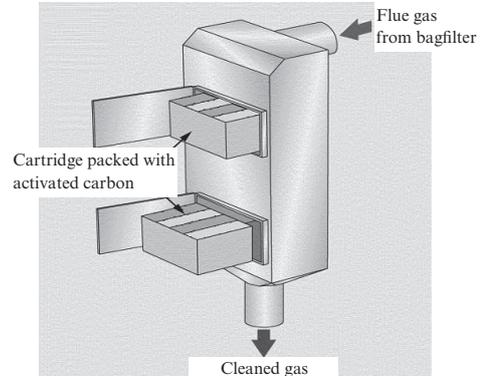


図 1 活性炭吸着塔の外観

Fig. 1 Schematic illustration of activated carbon adsorber

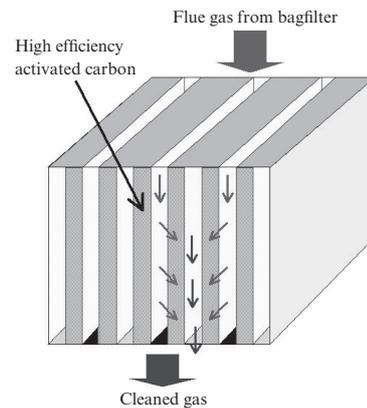


図 2 活性炭カートリッジの構造

Fig. 2 Cartridge packed with activated carbon

に対して活性炭使用量は $1/20 \sim 1/10$ である。

さらに、活性炭を薄層化することで、従来の移動層式活性炭吸着塔（圧力損失：約 $2 \sim 3 \text{ kPa}$ ）と比較して圧力損失が低く、活性炭カートリッジ 1 段あたりの圧力損失は 0.5 kPa 以下となるため、排ガス送風機ファンの負荷が低く、使用電力を低く抑えることができる。

また、本装置適用の際は、活性炭充填層へのダストの目詰まりを防止するため、バグフィルタ後段への設置が基本となる。そこで、発火防止性能に優れた活性炭を適用し、一般的なバグフィルタの最高使用温度約 200°C まで対応可能とした。したがって、廃棄物焼却炉におけるバグフィルタ出口に十分適用可能な装置となっている。

3. 実機性能

3.1 実機運転条件

本装置の納入実績および実機運転条件を表 1 に示す。本

表1 実機運転条件

Table 1 Operating conditions of activated carbon adsorber

	Waste furnace	Ash melting furnace	Electric furnace for steel
Gas volume (m ³ -norm./h)	31 000	5 700	287 000
Gas temperature (°C)	140	170	90
SV (h ⁻¹)	11 000	2 600	28 000
Removal material	Dioxins, Hg	Dioxins, Hg	Dioxins

装置は廃棄物焼却炉施設、灰溶融炉施設、製鋼用電気炉施設への納入実績がある。施設毎にガス量、ガス温度等は異なるが、SVは2施設において10 000 h⁻¹以上であり、ガス量当たりの活性炭使用量が非常に少ないことがわかる。

3.2 DXN 類除去性能

表2に実機施設における活性炭吸着塔入口、出口のDXN類測定結果を示す。入口濃度は、各工場によって1.1~5.5 ng-TEQ/m³-norm.と差があるが、除去率はいずれも99%以上であり、入口濃度に抛らず、非常に高い除去率を達成している。特に製鋼用電気炉については、SVが28 000 h⁻¹と非常に高い値であるにも関わらず、出口濃度0.0093 ng-TEQ/m³-norm.、除去率99.8%以上であり、優れた除去性能を示した。

また、活性炭寿命の評価結果として、図3に設備稼動後月数とDXN類除去率の関係を示す。灰溶融炉は16ヶ月、製鋼用電気炉は18ヶ月を経過した時点でも除去率99%以上を維持しており、固定床かつコンパクトな装置にも関わらず十分な活性炭寿命を有している。

表2 ダイオキシン類測定結果

Table 2 Dioxins concentrations at activated carbon adsorber

	Dioxins concentrations (ng-TEQ/m ³ -norm.)		Removal-efficiency (%)
	Inlet	Outlet	
Electric furnace for steel	5.5	0.009 3	99.83
Ash melting furnace	1.8	0.000 80	99.96
Waste furnace	1.1	0.000 16	99.99

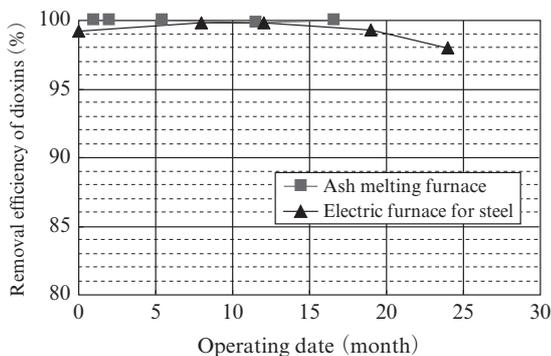


図3 ダイオキシン類除去率の推移

Fig. 3 Transition of dioxins removal efficiency

表3 Hg 測定結果

Table 3 Hg concentrations at activated carbon adsorber

	Inlet (mg/m ³ -norm.)	Outlet (mg/m ³ -norm.)
Waste furnace	0.065	<0.005 (Under determination limit)
Ash melting furnace	0.57	<0.005 (Under determination limit)

3.3 Hg 除去性能

廃棄物焼却炉および灰溶融炉における、活性炭吸着塔入口と出口のHg測定結果を表3に示す。いずれの工場においても、出口濃度は定量下限値未満 (<0.005 mg/m³-norm.)であり、高い除去性能を示した。また、廃棄物焼却炉において6ヶ月、灰溶融炉において16ヶ月を経過しても出口Hg濃度は定量下限値未満に維持されており、Hgに対しても十分な活性炭寿命を有している。

4. おわりに

コンパクトかつ高効率な活性炭吸着塔「JFE ガスクリーン DX」を開発、実用化した。本装置は固定床側流式構造の採用により、排ガスと活性炭充填層との接触効率を高め、微量有害物質に対する優れた除去性能と装置のコンパクト化を両立させている。更に、廃棄物焼却炉施設、灰溶融炉施設、製鋼用電気炉施設の3施設への導入実績を有し、以下の実機性能を得ている。

- (1) 廃棄物焼却炉、灰溶融炉、製鋼用電気炉において、高いSV条件にも関わらず、DXN類除去率は99%以上であり、優れた除去性能を有する。
- (2) 灰溶融炉、製鋼用電気炉において、それぞれ稼動16ヶ月、18ヵ月時点においても高いDXN類除去性能を維持し、十分な活性炭寿命を有する。
- (3) 廃棄物焼却炉、灰溶融炉における吸着塔出口Hg濃度は定量下限値未満 (<0.005 mg/Nm³)であり、さらにそれぞれ6ヶ月、16ヶ月経過時点においても高いHg除去性能を維持しており、十分な活性炭寿命を有する。

本装置はDXN類、Hgだけでなく、VOC(揮発性有機化合物)、POPs(ヘキサクロロベンゼンなどの残留性有機化合物)、悪臭成分などの浄化設備としても適用可能であり、今後さらなる用途拡大を図っていく所存である。

参考文献

- 1) 平山敦ほか. 小型活性炭吸着塔による微量有害物質の高効率除去. 廃棄物資源循環学会要旨集. 2010, p. 383-384.

〈問い合わせ先〉

JFE エンジニアリング 環境プラント事業部 設計部
 TEL: 045-505-7879 FAX: 045-505-8989
 ホームページ: http://www.jfe-eng.co.jp/products/environment/urban_environment/urb11.html