

固定吸着システムによる排ガス中の水銀除去技術

背景

水銀に関する水俣条約の要件

世界中の多くの国では、水俣条約や関連する国内法令等において、水銀の排出管理が求められています。水俣条約の第8条では、石炭火力発電所を含む附属書Dに掲げられている水銀の固定発生源からの水銀排出を規制しています。一般的に、水銀除去のための排ガス処理技術は工業プロセスにおいて広く適用されており、結果として排水を生じない処理方法が施設の操業にとって望ましいと考えられています。

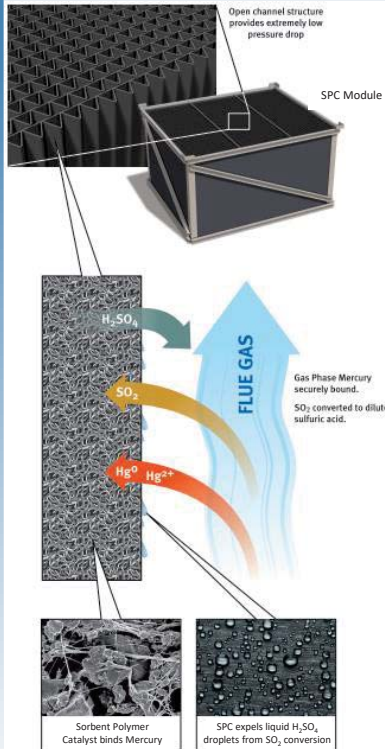
技術概要

水銀除去技術の概要

工業プロセスから発生する排ガス中の水銀を除去する方法は複数あります。物理吸着で除去するものもあれば、化学反応を伴うものもあります。これらの方法の中で、固定吸着システム (FSS: Fixed Sorbent System) は、水銀を化学吸着および固定化させるために、高分子マトリックス中に化学吸着剤と触媒を含んだ複合的な構造を用いる方法です。下表は、一般的な水銀除去技術の特質を整理しています。

水銀除去技術の特質一覧:

水銀除去技術	利点	欠点
活性炭吹付式射出	<ul style="list-style-type: none"> 初期建設コスト小 バグフィルターとの併用で高い水銀除去率を達成可能 必要設置スペース小 	<ul style="list-style-type: none"> 活性炭噴霧量によっては運転コストが高額になる可能性がある 追加的な粒子状物質の生成につながる 水銀を吸着した活性炭を含む粉塵による後段プロセスの汚染
酸化剤	<ul style="list-style-type: none"> 初期建設コスト小 運転コスト小 必要設置スペース小 	<ul style="list-style-type: none"> 水銀除去効果が限定的 酸化水銀の捕集率が湿式スクラバーに左右される 機器の腐食と排水処理に影響を及ぼす可能性がある
キレート剤	<ul style="list-style-type: none"> 初期建設コスト小 湿式スクラバーからの再排出の制御が可能 必要設置スペース小 	<ul style="list-style-type: none"> 水銀除去効果が限定的 水溶性の水銀の吸着においてのみ効果的 注入率によっては運転コストが高額になる可能性がある
固定式活性炭層 (従来型)	<ul style="list-style-type: none"> 非常に高い水銀除去が可能 既存のプロセスへの影響が小さい 歴史があり技術として確立されている 受動運転 	<ul style="list-style-type: none"> 飽和ガス (湿ガス) 向けに設計されておらず、相当なコストを要するガスの事前調整が必要になる 圧力損失大 必要設置スペース大
固定吸着システム (FSS)	<ul style="list-style-type: none"> 運転コスト小 圧力損失小 受動運転 既存のプロセスへの影響が小さい 必要設置スペース小 二酸化硫黄 (SO₂) 除去とのコベネフィット (75%の削減が可能と報告されている) 	<ul style="list-style-type: none"> 初期建設コスト大 商業実績が少ない (2013年~現在) 100℃~での運転が困難



技術の利点・強み

固定吸着システム (FSS) は、ほぼ全ての工業プロセスにおける排ガス制御プロセスの後段部分に設置、適用できる手法で、既存の施設の運転に大きな悪影響を及ぼすこともありません。化学物質や試薬を使用することなく、継続的にプロセスから発生する水銀を除去できます。また、除去した水銀は安全かつ環境上適正な形で捕集され、飛灰や排水中の水銀除去は必要ありません。



- 化学物質や試薬を要さない
- 運転費が低い
- 簡素な受動運転
- 圧力損失が低い
- 既存のプロセスへの影響が極めて小さい
- 二酸化硫黄 (SO₂) 除去とのコベネフィット (スクラバーの性能改善を不要とする、又は、より厳しいSO₂の基準の達成を可能とする)
- 期待する除去率に応じた拡張可能な設計

海外への適用性

FSSは、SO₂の除去を可能としながら、工業活動から排出されるガス状水銀を管理する代替方法です。このようなシステムは、石炭火力発電所や下水污泥焼却施設、また様々な金属や鉱物を処理するセクター等において、過去10年間で世界中で採用されています。既存の工業プロセスに組み込むことが可能であり、既存の施設の運転への影響は全くない、又は非常に少ないシステムです。

また、石炭火力発電所から生じる飛灰や石膏等の副産物へも汚染、影響がないため、継続して有効活用することが可能となります。同様に、金属や鉱物の処理工程から回収される粉塵についても、プロセス内で継続してリサイクルが可能であり、水銀濃度の上昇への心配はないと考えられます。

参考文献

- Mercury emission profile for the torrefaction of sewage sludge at a full-scale plant and application of polymer sorbent (<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0304389421021543?token=836A362F38C308DE76AC48777B486DEAE531D8EC99F90FB08A8226562B78E52C4AC5148A002190CBEF04C2CE65F&originRegion=us-east-1&originCreation=20211216012623>)
- 下水污泥処理施設排ガスからの水銀除去技術 (<http://www.jefma.or.jp/jefma/68/pdf/jefma68-10.pdf>)
- Innovative technology reduces mercury emissions to keep Ohio's Sewage Sludge Incinerators hot and costs cool, WEF Residuals and Biosolids Conference 2017 (https://www.gore.com/sites/g/files/ypyp1e116/files/2017-08/WEF-Residuals-Conference2017-Incinerator-Emission-Control-for-SSI_Footer_8_07_17.pdf)

編集・発行：



令和4年3月
 環境省 環境保健部 水銀対策室
 〒100-8975 東京都千代田区霞が関1-2-2
 Tel: 03-5521-8260, E-Mail: suigin@env.go.jp
<http://www.env.go.jp/en/chemi/mercury/mcm.html>