

下水汚泥処理施設排ガスからの 水銀除去技術

TSK 月島機械株式会社

水環境事業本部 ソリューション技術部
〒104-0053 東京都中央区晴海 3-5-1
TEL 03-5560-6585
FAX 03-5560-6595

1. はじめに

2013年に熊本市・水俣市で開催された外交会議において、「水銀に関する水俣条約」が採択された。この条約を受け、「大気汚染防止法の一部を改正する法律」が2018年4月より施行され、下水汚泥処理施設を含む廃棄物焼却炉（火格子面積 2m^2 以上または焼却能力 200kg/h 以上）に対する水銀濃度規制が設定された。排出基準値は、既存施設* $50\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ 、新規施設 $30\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ （酸素濃度12%換算値）であるが、既存施設において、今後対策設備の設置が必要な値を示した施設がある。廃棄物焼却施設および石炭火力発電施設等においては水銀除去技術の検証、導入が進んでいる^{1) 2)}ものの、今までに国内の下水汚泥処理施設で排ガスからの水銀除去設備を導入した実績はない。今回、下水汚泥処理施設において水銀除去技術の実証試験を実施し、各技術の下水汚泥処理施設への適用性の評価を行った。

※施行日（2018年4月1日）において現に設置されている施設（設置の工事が着手されているものを含む。）

2. 水銀除去技術の実証試験

実施における排ガス中の水銀の形態を調査した結果、非水溶性のガス状水銀がほとんどを占めていた^{3) 4)}。この結果より、排ガスからの非水溶性ガス状水銀をターゲットとして、①水

銀吸着ポリマー触媒、②活性炭吸着の2種類の技術について実証試験を行った。試験は稼働中の下水汚泥炭化燃料化施設にて実施し、**図1**に示す通り、煙突排ガスを一部分岐し、試験装置に通ガスし、装置前後の水銀濃度を測定することで水銀除去性能の評価を行った。

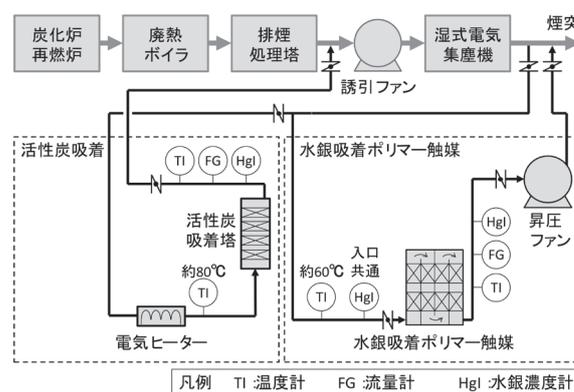


図1 実証試験フロー

2.1 水銀吸着ポリマー触媒

2.1.1 試験方法

既存施設煙突から分岐した排ガスを、水銀を吸着する触媒を保持する水銀吸着ポリマー触媒に通ガスした（**図1**右下）。水銀吸着ポリマー触媒モジュールは8段積みとし、装置入口および各段出口の水銀濃度を測定した。また、モジュール表面への付着物を除去する目的で、1日1回5分間の水洗浄を行った。

2.1.2 試験結果

排ガス水銀濃度測定の結果を図2に示す。約4か月間の運転期間中、水銀除去率は1段目出口で約40%以上、2段目出口で約50%以上、3段目出口で約70%以上で推移しており、モジュールを複数段重ねることで除去率を高めることができることを確認した。排ガスの水銀濃度が高い場合にも、入口水銀濃度に合わせてモジュールの段数を調節することで規制値を満足する濃度まで水銀を除去することが可能である。また、長期間の運転においてもモジュール閉塞等による差圧の上昇は見られず、安定的に運転可能であった。

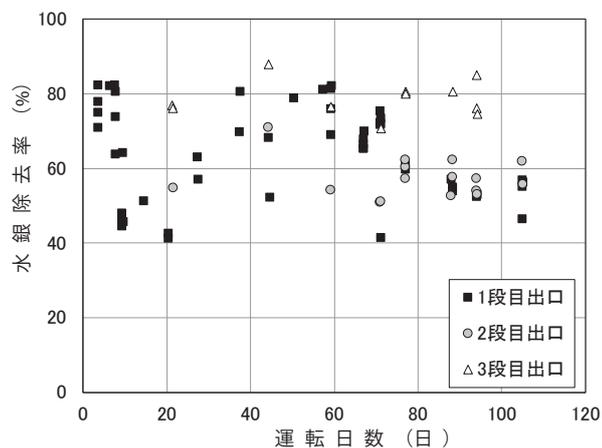


図2 水銀吸着ポリマー触媒における水銀除去率（累積）

2.2 活性炭吸着

2.2.1 試験方法

既存施設煙突から分岐した排ガスを、活性炭吸着塔に通ガスし、その前後の水銀濃度を測定した。活性炭は水銀吸着用添着炭を使用し、活性炭での結露を防止するために排ガスを電気ヒーターで約80℃まで昇温し活性炭吸着塔に供給した（図1左下）。

2.2.2 試験結果

活性炭吸着塔出口では水銀はほとんど検出され

ず、90%以上の高い水銀除去効率を確認することができた。しかしながら、活性炭吸着塔の圧力損失の上昇および通ガス量の低下により試験の継続が困難になったことから、試験の実施は約2週間で終了した。

試験終了後、内部点検を行った結果、活性炭吸着塔内（活性炭表面、活性炭支持用メッシュ）に付着物が認められた。この付着物の分析を実施した結果、酸性硫酸（ NH_4HSO_4 ）、硫酸（ H_2SO_4 ）などが主成分であったことから、排煙処理塔、湿式電気集塵機では捕捉されなかった低濃度のばいじん・硫黄酸化物が長時間の運転の中で活性炭吸着塔内部にて析出したことが、付着物生成の原因であると考えられる。

2.3 総括

下水汚泥炭化燃料化施設における水銀除去技術の実証試験結果より、以下の知見が得られた。

- ・水銀吸着ポリマー触媒により、下水汚泥炭化燃料化施設排ガスからの安定的な水銀除去が可能であること
- ・活性炭吸着により、下水汚泥炭化燃料化施設排ガスからの水銀除去が可能であること
- ・活性炭吸着では、排ガス由来の成分により活性炭吸着塔内に付着物が生成したため、実用化に向けて上流の排ガス処理設備において、ばいじん、硫黄酸化物濃度を低減する対策が必要であること

3. 今後の展開

現在までに排ガス測定の結果、排ガス中の水銀濃度が高い既設下水汚泥炭化燃料化施設においては、実証試験にて良好な結果が得られた水銀吸着ポリマー触媒モジュールを採用した水銀対策設備を建設中である。また、今後厳しい基準値が適用される新規施設においても、排ガス中の水銀濃度が高くなると見込まれる処理場で

は、同様に水銀除去設備の設置を計画している。想定している下水汚泥炭化燃料化施設のシステムフローの一例を図3に示す。排ガス処理設備の後段に水銀吸着ポリマー触媒を備えた水銀吸着塔を設置し、排ガスからの水銀の吸着除去を行う計画である。

対策設備を建設中の既設下水汚泥炭化燃料化施設では、2019年度に建設、試運転が完了し、2020年度から稼働する予定である。実施設における運転実績、ノウハウを蓄積し、長期安定的に水銀除去可能な設備として、完成度を高めていきたい。

【参考文献】

- 1) 高岡昌輝：廃棄物燃焼過程における水銀の挙動と制御，廃棄物学会誌 Vol.16 No.4, 213-222 (2005)
- 2) 守富寛：石炭燃焼プロセスにおける水銀の挙動と抑制技術，地球環境 13, 193-201 (2008)
- 3) 渡邊訓安，原田俊文：汚泥資源化センターの水銀対策について，第56回下水道研究発表会，1175-1177 (2019)
- 4) 檜物良一，下岸徹也，岡正雄，永岡健一：下水汚泥焼却炉における水銀化合物の挙動について，第56回下水道研究発表会，1172-1174 (2019)

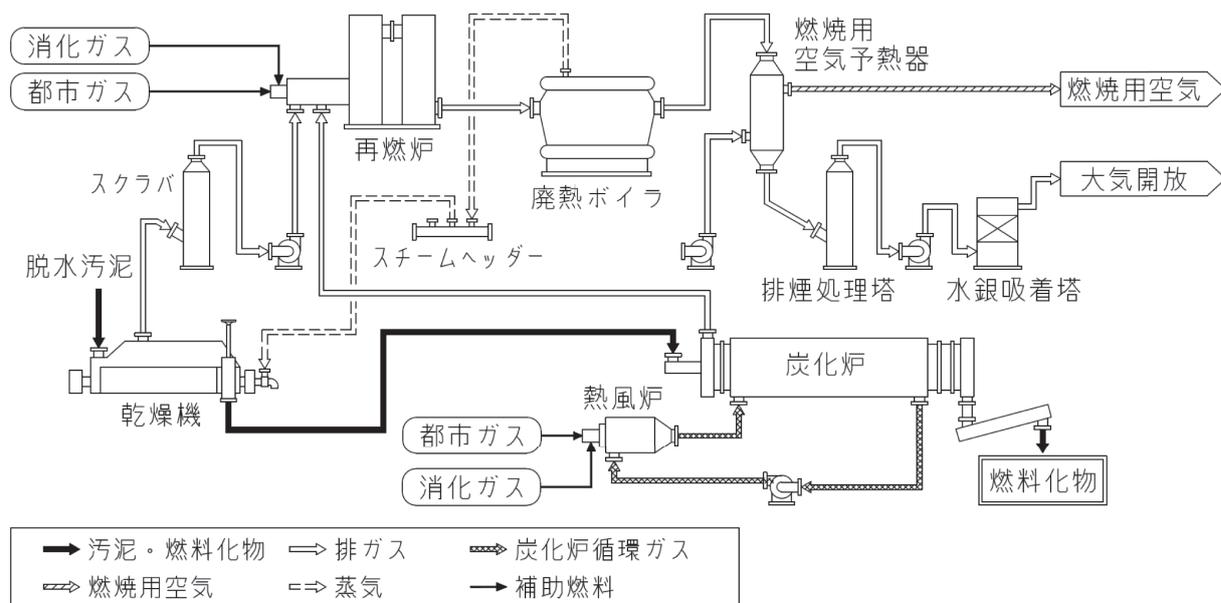


図3 下水汚泥炭化燃料化施設システムフローの一例