

可搬式焼却炉による有機フッ素化合物含有泡消火薬剤の熱分解の検証

前田建設工業株式会社 正会員 ○國井 聡 芳賀 直樹
 正会員 山本 達生 河野 浩之

1. はじめに

PFOS および PFOA などの有機フッ素化合物は、水と油を弾く化合物であり、撥水剤、表面処理剤および消火剤といった多様な用途で用いられてきた。一方で、難分解性で蓄積性を有するため、環境や生態系への悪影響が問題視されてきた。国際的に規制が強化されつつあり、日本国内においても環境省主導のもと有機フッ素化合物全国存在状況把握調査が実施され、全国各地で環境汚染が発見されつつある。現在、PFOS および PFOA は化学物質審査規制法にて第一種特定化学物質に指定されており、順次適正処理が本格化すると考えられる。

PFOS/PFOA は安定な化合物であるため処理が困難であり、既存の産業廃棄物焼却炉の内、高度な処理が可能な場合に処理することができる。そのため現在、無害化処理設備は国内に十数箇所と限定的に存在するまでである。そこで当社では、可搬型設備を想定し、オンサイトでの熱分解による無害化処理する「可搬型 PFOS 無害化処理装置『De-POP's』TM」(以下、本装置とする)を開発した。全景写真を図1に示す。本装置は、燃焼装置類を現地に運搬、組み立てることで仮設し、作業エリアが小規模で済む。PFOS 含有廃棄物は『PFOS 含有廃棄物の処理に関する技術的留意事項、環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部、平成23年3月』(以下、技術的留意事項とする)により処分に関わる目標値や指針が定められており、これに適合しなければならない。技術的留意事項に基づき、本装置にて PFOS/PFOA を熱分解し、発生したガスを湿式排ガス処理機にて水中に溶解することで捕集する。今後規制が強化される有機フッ素化合物含有廃棄物を汚染区域近傍に設置した本装置で処理できれば、処分場までの輸送コストを削減し、迅速な無害化を実現できると考えられる。

これまで、試験炉にて泡消火薬剤を焼却し、基本的な知見を得るための実証試験を実施した。¹⁾ 本装置は試験炉を基に作製し、泡消火薬剤の投入速度や燃焼範囲容量などを向上させたものである。本検討では、本装置を用いた消火薬剤試料の熱分解により、PFOS/PFOA 分解率の確認を行った。加えて実運転段階へ向けた運用方法を想定し、焼却炉の作業性を確認した。

2. 検討方法

フッ素非含有泡消火薬剤中に有機フッ素化合物試薬を添加し、模擬泡消火薬剤試料を調製した。本検討では PFOS と PFOA の2種類を用いている。試験ケースを表1に示す。PFOS/PFOA をそれぞれ含む模擬消火剤試料を 180L/h で本装置にて焼却し、有機フッ素化合物の熱分解を確認した。炉内の不完全燃焼を防止するため、焼却炉内に設置した温度計により経時変化を常に管理し、850℃以上に保たれていることを確認した後、模擬消火剤試料を焼却炉へ投入した。PFOS/PFOA の分解率の確認のため、煙突での燃焼ガス、および湿式排ガス処理機の排水を循環水槽にてサンプリングし、前処理をした後、LC-MS/MS にて PFOS/PFOA 類の残存量を測定した。その他の排ガス、排水は JIS 法等に基づき測定した。



図1 『De-POP's』TM 全景写真

表1 試験ケース一覧

項目		Case1	Case2
処理対象 PFOSの濃度	mg/L	50	0
処理対象 PFOAの濃度	mg/L	0	400
泡消火剤の 処理量	L/h	180	180

キーワード PFOS, 有機フッ素化合物, 泡消火薬剤, 焼却炉

連絡先 〒102-8151 東京都千代田区富士見 2-10-2 前田建設工業株式会社 土木技術部

表 2 模擬消火剤試料の分解率

i) Case1 PFOS 含有模擬消火剤			ii) Case2 PFOA 含有模擬消火剤		
項目	分析値	単位	項目	分析値	単位
①処理前重量	26.580	mg	①処理前重量	250.320	mg
②排ガス残留重量	0.579 (ND)	mg	②排ガス残留重量	0.0994 (ND)	mg
③水中残留重量	0.000 (ND)	mg	③水中残留重量	0.000 (ND)	mg
分解率	99.99978	%	分解率	99.99996	%

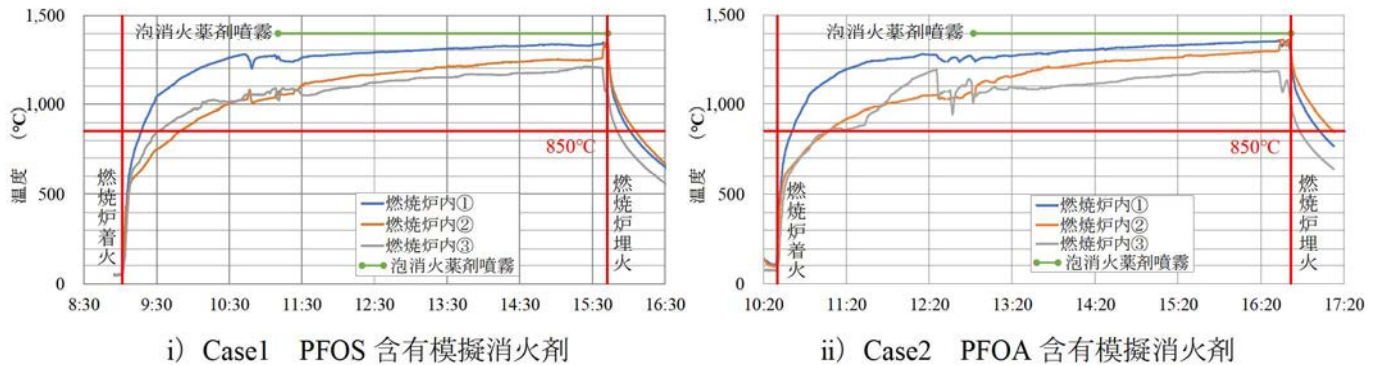


図 2 焼却炉内部温度の経時変化

3. 結果

焼却炉にて PFOS/PFOA はフッ化水素ガス、 SO_x 、 CO_2 等のガスへ熱分解され、湿式排ガス処理機にて大部分が液相へ捕集された後に、煙突から排出される。そのため、未分解の PFOS/PFOA が存在した場合には、循環水槽内の排水に溶解しているか、最終排出口の煙突から排ガスとして排出されることが考えられる。本検討では、技術的留意事項に定められた方法により PFOS 分解率を算出した。PFOA は分解率の定義がないものの、PFOS と同様の方法と仮定した。表 2 に PFOS/PFOA をそれぞれ含む模擬消火剤試料分解率を示す。いずれの試験ケースにおいても 99.999% 以上を示し、技術的留意事項の分解目標値を十分に満たしている。また、煙突排ガス中の有害成分等の濃度も関連する規制基準を十分に満足した。

焼却炉内部には、PFOS/PFOA の熱分解に適切な温度管理のため、3 か所に温度計を設置している。図 2 に各温度計で計測した焼却炉内部温度の経時変化を示す。焼却炉のバーナー着火後、速やかに焼却炉内部の温度は上昇し、いずれの温度計においても 1 時間程度で 1,100°C 程度まで上昇した。また、昇温後模擬泡消火剤試料を投入したが、一定温度を保持しながら燃焼できていることを確認した。本設備の特徴として、着火から炉内温度が一定値を超えるまでの時間が非常に短いことから、任意のタイミングで昇温し、分解処理する間欠運転が可能であると考えられる。

4. まとめ

本検討では、弊社が開発した本装置を用いて、熱分解による PFOS/PFOA の無害化処理を実施した。模擬泡消火剤試料の焼却により分解率が 99.999% 以上であった。また、着火開始から 1 時間程度で 1,100°C までの到達実運用段階においては間欠運転での処理が可能であると考えられる。今後は、オンサイトで PFOS 実廃棄物を用いた試験運転の実施を目標に本装置の改造を検討していく予定であり、有機フッ素化合物による環境汚染問題解決に寄与する所存である。

参考

- 1) 防衛施設学会別冊 防衛施設新技術情報 Vol.12 (2020. 11) p.45-46