

産業廃棄物焼却施設におけるPFOS含有泡消火薬剤分解処理の最適条件の検討

(正) 小林正喜¹⁾、(賛) 大岡幸裕¹⁾、○ (賛) 白土典広¹⁾
 1) (株)クレハ環境

1. はじめに

平成21年5月に開催されたPOPs条約第4回締約国際会議(COP4)において、ペルフルオロ(オクタン-1-スルホン酸)又はその塩(以下、PFOSという。)が、条約付属書Bへ新たに追加となり、日本では平成22年4月1日より一部用途を除いては製造、使用等が禁止となった。

平成21年12月に当社7号炉において実施したPFOS燃焼実験の結果を受けて、「PFOS含有廃棄物の処理に関する技術的留意事項」(以下、技術的留意事項という。)が策定された。PFOSを含む廃棄物は、この技術的留意事項に基づき、必要な要件を満たすことができる能力が確認された方法で分解処理することとされた。

現在、製造、使用等が禁止となったPFOSを含む製品として、消火薬剤が広く流通しており、その中でも、消火器や消火装置に充填されたPFOS含有泡消火薬剤の在庫量が多い事が知られている。そのため、これらのPFOS非含有薬剤への交換が推進されており、効率的な処理方法が求められている。

そこで、PFOS含有泡消火薬剤の更なる処理の効率化を目的とし、最適条件の検討を行った。

2. 焼却施設概要

処理に使用した(株)クレハ環境7号炉(ロータリーキルン方式産業廃棄物焼却炉)は、図1の通りである。

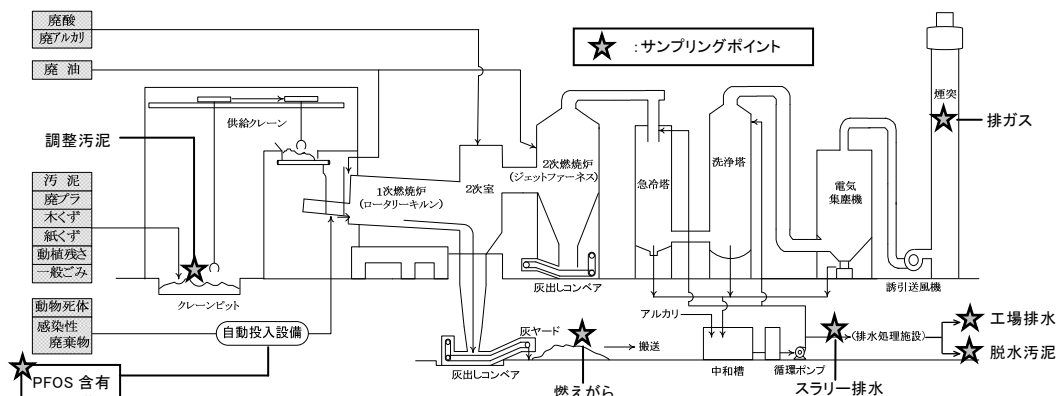


図1 7号炉フロー図およびサンプリングポイント

焼却施設は、1次燃焼炉(ロータリーキルン+2次室)、2次燃焼炉(ジェットファーンレス: JF炉)で構成している。焼却温度は概ね1次燃焼炉で1,100℃、2次燃焼炉で900℃であり、ガス滞留時間は1次・2次燃焼炉合わせて約8秒である。燃焼ガスは、急冷塔にて約80℃まで冷却し、洗浄塔で酸性ガス等を吸収後、電気集塵機にて煤塵を除去する。循環水の一部はスラリー排水として系外へ抜き出し、排水処理施設にて薬剤処理した後、(株)クレハいわき事業所へ送水し、河川放流している。

3. 最適な投入条件の検討

3. 1 検討方法

平成21年12月に実施したPFOS燃焼実験は、PFOS含有泡消火薬剤(PFOS濃度:0.63%)を4kgずつ密閉ポリ容器へ小分けしたものを、自動投入設備から一定の間隔で1時間当たり平均29.4個(約118kg/h)焼却炉へ投入する条件であった。排出事業者からのPFOS含有泡消火薬剤の搬入形態は、10~20Lのポリ容器もしくは200Lドラム缶の荷姿であり、ここから4kgに小分けすることは、外部への飛散や漏洩などの懸念がある。そこで、分解処理の効率化を目的とし、搬入形態もしくはそれに近い小分け量での処理の検討、時間当たりの処理量上限の検討を併せて行った。なお、PFOS含有泡消火薬剤は、原液(PFOS濃度:約0.67%)を使用した。

分析試料は、PFOS投入の影響が速やかに確認出来ると考えられることから、燃えがらを対象とした。評価は、未投入時(ブランク)と投入時(RUN)の燃えがらPFOS濃度の比較にて行った。

3. 2 結果及び考察

投入条件および燃えがらPFOS測定結果を表1に示す。1回の投入量が10kgの条件(RUN1)では、投入回数を30回/hまで増加しても、ブランクと変わらず燃えがらのPFOS濃度は定量下限値未満であった。1回の投入量が20kgの条件(RUN2)では、投入回数によらず燃えがらでPFOSが検出された。PFOS含有泡消火薬剤は、投入後に気相へ移行した後に分解されると考えられる。PFOS含有泡消火薬剤を焼却炉へ投入すると、速やかにロータリーキルン内に広がる。この時、1回の投入量が多いRUN2では、単位重量あたりの蒸発面積がRUN1に比べて小さくなり、PFOSの気相への移行が不完全となるため、燃えがらにPFOSが残存したと推察される。

【連絡先】 〒974-8232 福島県いわき市錦町四反田30番地 株式会社クレハ環境 白土 典広
 TEL: 0246-63-1231 FAX: 0246-63-1380 E-mail: norihiro_shirado@kurekan.co.jp

【キーワード】 PFOS、泡消火薬剤、分解処理、産業廃棄物焼却施設

そこで、ロータリーキルン内でのPFOS含有泡消火薬剤の蒸発面積増加を目的とし、PFOS含有泡消火薬剤とおがくずの混合物を、薬剤としての1回の投入量がRUN2と同量の20kgの条件(RUN3)で投入し、燃えがらの再評価を行った。その結果、RUN1と同様に投入回数によらず、燃えがらのPFOS濃度が定量下限値未満となった。この結果より、表面積の大きな固形物と良く混合してから投入する事で、薬剤の蒸発面積も増加し、PFOSの気相への移行を促す事が出来たと考えられる。この効果は、汚泥等の固形廃棄物との混合でも期待出来る。

この検討結果を踏まえ、条件A：自動投入設備による投入(RUN1-2と同条件、10kg/回×30回/h)、及び、条件B：固形廃棄物とPFOS含有泡消火薬剤を混合したもの(以下、調整汚泥という。)の供給クレーン投入の2条件で分解確認試験を行った。

表1 投入条件とPFOS濃度

		1回の投入量 [kg/回]	投入回数 [回/h]	処理量 [kg/h]	燃えがら [mg/kg]
薬剤のみ	ブランク	0	0	0	< 0.004
	RUN1-1	10	15	150	< 0.004
	RUN1-2		30	300	< 0.004
	RUN2-1	20	8	160	0.012
	RUN2-2		15	300	0.074
ずお混が合く	ブランク	0	0	0	< 0.001
	RUN3-1	20	8	160	< 0.001
	RUN3-2 (薬剤として)	15	300	< 0.001	

4. 分解確認試験

4. 1 試験方法

条件Aでは、PFOS含有泡消火薬剤を10kgずつ密閉ポリ容器へ小分けしたものを、自動投入設備から一定の間隔で1時間当たり約30個焼却炉へ投入した。条件Bでは、調整汚泥(PFOS含有泡消火薬剤の混合率：8.2%)を、供給クレーンにより焼却炉へ投入した。焼却対象物の供給量及び排ガス、燃えがら、スラリー排水の排出量を表2に示す。また、測定時における焼却温度を表3に示す。

表2 供給及び排出量

対象		単位	条件A	条件B
供給	PFOS含有泡消火薬剤	kg/h	293	—
	調整汚泥	kg/h	—	2,730
排出	排ガス(乾き)	m ³ /h	45,600	42,600
	燃えがら	kg/h	970	1,062
	スラリー排水	m ³ /h	15	15

表3 焼却温度

対象		単位	条件A	条件B
1次燃焼炉	MAX	°C	1,204	1,256
	MIN		1,092	1,155
	AVE		1,155	1,213
2次燃焼炉	MAX		1,027	1,097
	MIN		954	1,015
	AVE		992	1,058

4. 2 分析試料および測定結果

分析試料は、供給側として、PFOS含有泡消火薬剤、調整汚泥を、排出側として、排ガス、燃えがら、スラリー排水、工場排水、脱水汚泥を対象とした。図1にサンプリングポイントを、表4に測定結果を示す。両条件の全ての対象において、排出目標値を超えないことを確認した。

表4 測定結果

対象	項目	単位	濃度		排出目標
			条件A	条件B	
PFOS含有泡消火薬剤	PFOS	%	0.81	—	—
調整汚泥	PFOS	mg/kg	—	66	—
排ガス	PFOS	ng/m ³ N	< 0.3	< 0.2	検出されないこと*
	フッ化水素	mg/m ³ N	< 0.3	< 0.3	5
燃えがら	PFOS	mg/kg	< 0.004	< 0.001	3
スラリー排水	PFOS	μg/L	0.006	0.006	—
工場排水	PFOS	μg/L	0.006	0.005	2
	フッ素及びその化合物	mg/L	2.0	1.1	8
脱水汚泥	PFOS	mg/kg	< 0.001	0.061	3

*目標値は定められていないが、生活環境保全上の観点から、検出されないこと(定量下限値(8ng/m³N)未満)が望ましいとされている。

4. 3 PFOSの分解率

以上の結果から、PFOSの分解率を算出した。なお、測定結果が定量下限値未満の場合は、定量下限値を用いた。結果を表5に示す。両条件にて、技術的留意事項の要件である分解率99.999%以上を確認した。

表5 PFOSの分解率

対象		条件A			条件B		
供給	PFOS含有泡消火薬剤	0.81 %	293 kg/h	2,373,300 mg			
	調整汚泥				66 mg/kg	2,730 kg/h	180,180 mg
排出	排ガス	0.3 ng/m ³ N	45,600 m ³ /h	0.01368 mg	0.2 ng/m ³ N	42,600 m ³ /h	0.00852 mg
	燃えがら	0.004 mg/kg	970 kg/h	3.88 mg	0.001 mg/kg	1,062 kg/h	1.062 mg
	スラリー排水	0.006 μg/L	15 m ³ /h	0.09 mg	0.006 μg/L	15 m ³ /h	0.09 mg
	総排出量	3.98368 mg			1.16052 mg		
分解率*		99.999832 %			99.999356 %		

*分解率=[1-(排出量÷供給量)]×100

5. まとめ

本検討より、条件A：自動投入設備による投入(10kg小分け物・約30回/h)、及び、条件B：調整汚泥の供給クレーン投入の両条件で、PFOS含有泡消火薬剤を適切に分解処理出来ることを確認した。この結果から、PFOS含有泡消火薬剤の搬入形態に応じた投入方法の選定が可能となり、効率的な処理を実施できる。なお、調整汚泥は1回に100t程の廃棄物を混合、調整するため、PFOS濃度を高くし難く、条件BのPFOS供給量は条件Aより1桁少ない。

PFOS含有泡消火薬剤は、製造メーカーによりPFOS濃度にバラつき(原液で0.005~2%)がある、発生状況により搬入される廃棄物の薬剤濃度も変わるため、PFOSの濃度管理が困難である。よって、PFOS濃度が比較的高い薬剤を用いた本検討の様な処理条件を確立し、その結果を基に実際の処理可能量を考慮しなければならない。