

産業廃棄物処理施設における PFHxS 及び LC-PFCA 含有廃棄物の分解処理について

(正) 大岡幸裕¹⁾、(賛) 草野洋平¹⁾、○ (賛) 加藤正敏¹⁾

1) (株)クレハ環境

1. はじめに

ペルフルオロヘキサンスルホン酸（以下、「PFHxS」とする）とその塩及び PFHxS 関連物質は、2022 年 6 月に POPs 条約の附属書 A（廃絶）に追加された。また、炭素数 9 から 21 の長鎖ペルフルオロカルボン酸（以下、「LC-PFCA」とする）とその塩及び LC-PFCA 関連物質は、2025 年 4～5 月開催の締約国会議にて附属書 A への追加が決定された。POPs を含む廃棄物の廃棄については、廃棄物中の当該物質を分解し、その特性が示さなくなるように処理することが求められている。日本国内では、環境省より「PFOS 及び PFOA 含有廃棄物の処理に関する技術的留意事項（令和 4 年 9 月策定。以下「ガイドライン」という）が策定されており、PFOS 及び PFOA 含有廃棄物を適正に処理したと判断するための要件（以下「処理要件」という）及び処理要件の達成を担保する条件（以下「処理条件」という）が定められている。PFHxS や LC-PFCA についての処理要件やそれを担保できる処理条件も検討が進められているが、現状では十分とは言えない。

そこで、当社のロータリーキルン式焼却炉を使用して、PFHxS 及びペルフルオロノナン酸（炭素数が 9 の LC-PFCA であり、以下「PFNA」という）含有廃棄物の分解試験を、環境省及び学識者の監修のもとで実施した。また、キルンストロカ式焼却炉を使用して、自社にて PFHxS 及び PFNA 含有廃棄物の分解試験を実施した。本稿ではこれらの分解試験の結果を報告する。

2. 処理施設の概要

(1) ロータリーキルン式焼却炉

1 次燃焼炉（1,000～1,100℃程度）と 2 次燃焼炉（850～950℃程度）で焼却を行っている。燃焼ガスは急冷塔で一気に 80℃まで冷却し、酸性ガス等は排ガス洗浄塔でアルカリ循環水を用いて吸収し、電気集塵機による除塵を経て排ガスとして大気放出している。循環水の一部はスラリー排水として抜き出し、排水処理設備へ送水している。排水処理設備ではキレート剤による重金属類固定及び凝集剤処理による沈降分離後、脱水機で脱水汚泥と排水に分離・排出している。ロータリーキルン式焼却炉のフローを図 1 に示す。

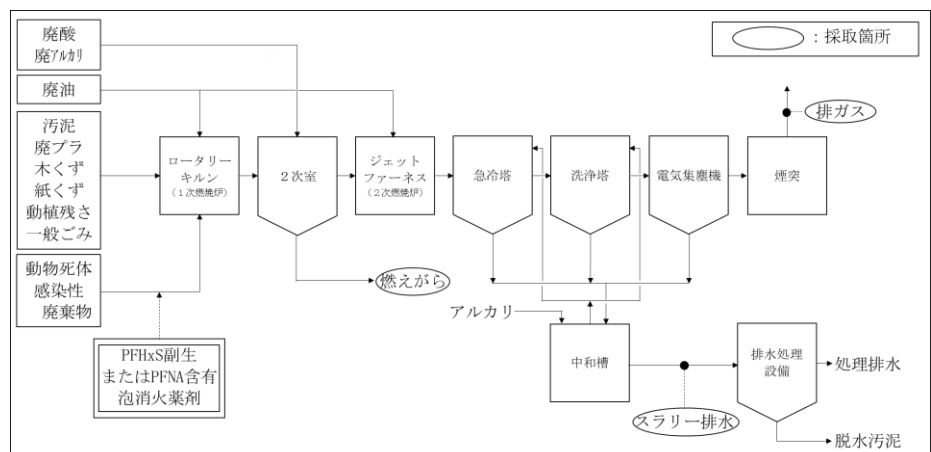


図1 ロータリーキルン式焼却炉ブロックフローおよび採取箇所

(2) キルンストロカ式焼却炉

キルンおよびストロカ燃焼室（900～1,000℃程度）で焼却を行っている。燃焼ガスの冷却は、ボイラで行い、減温反応塔で消石灰スラリー噴霧によって冷却（160～170℃程度）した後、酸性ガス等を除去し、バグフィルターによる除塵を経て排ガスとして大気放出している。バグフィルター等で発生したばいじんは、飛灰安定化装置にてキレート剤による重金属類固定化処理を

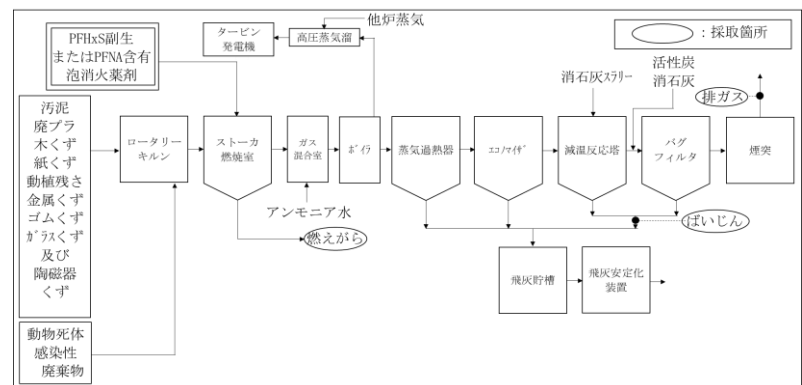


図2 キルンストロカ式焼却炉ブロックフローおよび採取箇所

【連絡先】〒974-8232 福島県いわき市錦町四反田 30 番地 (株)クレハ環境 技術部 技術課

加藤正敏 Tel: 0246-63-1231 FAX: 0246-63-1795 e-mail: masatoshi_katou@kurekan.co.jp

【キーワード】PFHxS、LC-PFCA、産業廃棄物処理施設、焼却処理、分解率

行い、排出している。キルンストーカ式焼却炉のフローを図2に示す。
なお、排水は排水処理した後に炉内への噴霧やシール水として再利用している。

3. 分解処理試験

ロータリーキルン式焼却炉における PFHxS 分解試験では、PFHxS が副生成分として含有する泡消火薬剤の製品が廃棄物になったもの（以下、「PFHxS 副生泡消火薬剤」とする）をプラスチック製の容器に小分けして準備した。PFNA 分解試験では、PFNA 不含有の泡消火薬剤原液に東京化成工業株式会社製の PFNA 原体（>95%）を混合（以下、「PFNA 含有泡消火薬剤」とする）し、PFNA 含有泡消火薬剤を模擬的に作製した。これらの薬剤を一定の間隔で焼却炉へ投入して試験を実施した。

キルンストーカ式焼却炉における PFHxS 分解試験では、PFHxS 副生泡消火薬剤をストックタンクへ貯留して準備した。PFNA 分解試験では、PFNA が含有する泡消火薬剤の製品が廃棄物になったもの（以下、「PFNA 含有泡消火薬剤」とする）をストックタンクへ貯留し、バーナー噴霧にて焼却炉へ連続供給して試験を実施した。

焼却処理は通常時の産業廃棄物と混焼しており、ロータリーキルン式焼却炉では燃焼温度は 1,100℃以上、滞留時間は約8秒である。一方、キルンストーカ式焼却炉では燃焼温度は 850℃以上、滞留時間は約5秒である。

4. 測定結果および考察

ロータリーキルン式焼却炉における PFHxS 及び PFNA 分解試験では、供給側は PFHxS 副生または PFNA 含有泡消火薬剤を対象とし、排出側は排ガス、燃え殻、スラリー排水を対象とした。ロータリーキルン式焼却炉における PFHxS 分解率の算出結果を表1に、PFNA 分解率の算出結果を表2に示す。実際の焼却温度は PFHxS 分解試験時では 1,144～1,214℃であり、PFNA 分解試験時では 1,141～1,215℃であった。

キルンストーカ式焼却炉における PFHxS 及び PFNA 分解試験では、供給側は PFHxS 副生または PFNA 含有泡消火薬剤を対象とし、排出側は排ガス、燃え殻、ばいじんを対象とした。キルンストーカ式焼却炉における PFHxS 分解率の算出結果を表3に、PFNA 分解率の算出結果を表4に示す。実際の燃焼温度は PFHxS 分解試験時では 896～1,031℃であり、PFNA 分解試験時では 966～1,077℃であった。

分解率はガイドラインを参考に分解率 99.999%以上を目標に設定した。いずれの焼却炉においても、目標の分解率 99.999%以上を達成した。

表1 ロータリーキルン式焼却炉における PFHxS 分解率

対象		PFHxS濃度	供給・排出量	PFHxS総量
供給	PFHxS副生泡消火薬剤	750,000 μg/kg	259 kg/h	194,250 mg/h
	総供給量			194,250 mg/h
排出	排ガス	<0.0003 μg/m³N	46,400 m³/h	0.014 mg/h
	燃え殻	<0.01 μg/kg	224 kg/h	0.002 mg/h
	スラリー排水	<0.0001 μg/L	15,100 L/h	0.002 mg/h
	総排出量			0.018 mg/h
分解率				99.99999 %

表2 ロータリーキルン式焼却炉における PFNA 分解率

対象		PFNA濃度	供給・排出量	PFNA総量
供給	PFNA含有泡消火薬剤	5,000,000 μg/kg	60 kg/h	300,000 mg/h
	総供給量			300,000 mg/h
排出	排ガス	<0.0003 μg/m³N	45,600 m³N/h	0.014 mg/h
	燃え殻	<0.01 μg/kg	222 kg/h	0.002 mg/h
	スラリー排水	0.0012 μg/L	15,400 L/h	0.018 mg/h
	総排出量			0.034 mg/h
分解率				99.99998 %

表3 キルンストーカ式焼却炉における PFHxS 分解率

対象		PFHxS濃度	供給・排出量	PFHxS総量
供給	PFHxS副生泡消火薬剤	450,000 μg/kg	304.5 kg/h	137,025 mg/h
	総供給量			137,025 mg/h
排出	排ガス	0.0003 μg/m³N	24,700 m³/h	0.0074 mg/h
	燃え殻	0.1 μg/kg	295 kg/h	0.0295 mg/h
	ばいじん	0.1 μg/kg	296 kg/h	0.0296 mg/h
	総排出量			0.0665 mg/h
分解率				99.99995 %

表4 キルンストーカ式焼却炉における PFNA 分解率

対象		PFNA濃度	供給・排出量	PFHxS総量
供給	PFNA含有泡消火薬剤	3,400,000 μg/kg	203.8 kg/h	692,920 mg/h
	総供給量			692,920 mg/h
排出	排ガス	0.0003 μg/m ³ N	24,700 m ³ N/h	0.0074 mg/h
	燃え殻	0.3 μg/kg	281 kg/h	0.0843 mg/h
	ばいじん	0.5 μg/kg	283 kg/h	0.1415 mg/h
	総排出量			0.2332 mg/h
分解率				99.99996 %

5. まとめ

本試験により、PFHxS 及び PFNA 含有廃棄物が当社のロータリーキルン式焼却炉及びキルンストーカ式焼却炉による焼却処理で確実に分解できることを確認した。

今後は、PFHxS 及び LC-PFCA 含有廃棄物の技術的留意事項策定後の本格処理に向けて準備していく。

6. 謝辞

本稿を作成するにあたり多大なるご協力を頂きました株式会社東和テクノロジーの関係者の方々に深く御礼申し上げます。