

## 第5章 実規模試験結果の概要

### 5.1 ロータリーキルン方式廃棄物焼却炉における試験条件および結果

#### 1) 概況

大型の産業廃棄物焼却施設を用いて POPs 農薬を産業廃棄物との混焼処理を行った場合の性能について確認する目的で焼却処理試験を行った。POPs 農薬を本施設で通常処理している汚染土壌、シュレッダーダスト、感染性廃棄物およびその他有機・無機性の汚泥と混焼を行い、POPs 農薬の分解率および処理プロセスによる環境負荷について検証を行った。表 5.1 に排ガス、燃え殻および排水の性状を示す。POPs 農薬にかかる環境管理指針値ならびにダイオキシン類特別措置法（以下「ダイ特法」という。）の基準をクリアしている。

表 5.1 (a) POPs 農薬に係る評価

対象	物質	分析結果			環境管理指針値 <sup>1</sup>	評価
		ブランク	Run1	Run2		
排ガス <sup>2</sup> (mg/m <sup>3</sup> N)	BHC	<0.000002	<0.000002	<0.000002	0.0003	排ガス中濃度が一般大気中 指針値を満足している
	DDT	0.0000063	0.000002	0.0000021	0.0017	
	アルドリッ	<0.000002	<0.000002	<0.000002	0.00003	
	エンドリッ	<0.000002	<0.000002	<0.000002	0.0001	
	デイルドリッ	<0.000002	<0.000002	<0.000002	0.00003	
	HCB※	0.0000228	0.0000354	0.000048	0.00005	
燃え殻 <sup>3</sup> (mg/L)	BHC	<0.00001	<0.00001	<0.00001	0.025	管理型最終処分場の受入指針値を満足している
	DDT	0.0000109	<0.00001	0.0000132	0.125	
	アルドリッ	<0.00001	<0.00001	<0.00001	0.0025	
	エンドリッ	<0.00001	<0.00001	<0.00001	0.005	
	デイルドリッ	<0.00001	<0.00001	<0.00001	0.0025	
	HCB※	<0.00001	<0.00001	<0.00001	0.004	
脱水汚泥 溶出液 <sup>4</sup> (mg/L)	BHC	<0.00001	測定なし		0.025	管理型最終処分場の受入指針値を満足している
	DDT	<0.00001			0.125	
	アルドリッ	<0.00001			0.0025	
	エンドリッ	<0.00001			0.005	
	デイルドリッ	<0.00001			0.0025	
	HCB※	<0.00001			0.004	
脱水排水 <sup>4,5</sup> (mg/L)	BHC	<0.00001	測定なし		0.025	脱水排水濃度が排水濃度指針値を満足している
	DDT	0.0000133			0.125	
	アルドリッ	<0.00001			0.0025	
	エンドリッ	<0.00001			0.005	
	デイルドリッ	<0.00001			0.0025	
	HCB※	0.0000011			0.004	

<sup>1</sup>：排ガスについては大気中の指針値。燃え殻については管理型最終処分場への処分指針値。排水は排水濃度指針値

<sup>2</sup>：円筒ろ紙をアセトンによるソックスレー抽出、樹脂はアセトンによる震盪抽出を行い、これらの抽出液と、吸収液及び洗液と合わせ、ヘキサンによる抽出を行い、精製後の GC/MS 分析を実施

<sup>3</sup>：溶出試験は環境庁告示法に準拠し、試料は有姿、溶媒は水としている

<sup>4</sup>：「農薬等の環境残留実態調査分析法（環境庁水質保全局編）」に準拠して分析を実施

<sup>5</sup>：処理後の排水は隣接する別の工場の排水処理を経て公共水域に放流されるため、法規制値は該当しない

※HCBの環境管理指針値は、マニュアルに示された POPs 等農薬成分の暫定指針値と同様の考え方で算出したものであり、参考値である

表 5.1 (b) DXNs に係る評価

対象	分析結果			基準値	評価
	ブランク	Run1	Run2		
排ガス (ng-TEQ/m <sup>3</sup> N) (O <sub>2</sub> =12%)	0.13	0.16	0.21	1※	ダイ特法の基準を満足
燃え殻 (ng-TEQ/g)	0.0012	0.0010	0.000082	3	管理型最終処分場の受入基準を満足
脱水汚泥 (ng-TEQ/g)	0.028	測定なし	0.035	3	管理型最終処分場の受入基準を満足
脱水排水 (pg-TEQ/L)	3.5	測定なし	3.4	10	排水基準を満足

※ ダイ特法（既設焼却炉に該当）

## 2) 処理対象物

### (1) POPs 農薬

農薬の投入は感染性廃棄物等で使用する 20L（一部 40L）のポリ容器に 4～5kg 収納し、感染性廃棄物と一緒に自動投入ラインより焼却炉に投入した。POPs 農薬は、全て未開封でラベル表示から内容物が明確な物を事前に仕分け分別し、各容器ごとの POPs 成分の量と種類にばらつきがない様、均等に収納し準備した物である。

本施設では 2 つの感染性廃棄物自動投入ラインが存在し、試験実施の際、2 系列併せて 23.5 回/hr の投入モードとした。しかし、農薬の投入はこのうち 1 系列のみから 1 箱ずつ供給した（結果的に、農薬の投入回数は 11.75 回/hr となる）。詳細は下記に示すとおりである。

$$\bullet \text{ POPs 農薬 1 箱あたりの重量(平均値)} = 8.718\text{kg}$$

$$\bullet \text{ 時間あたりの投入回数 (=箱の数)} = 11.75$$

よって、

$$\begin{aligned} \bullet \text{ 1 時間あたりの POPs 農薬投入量} &= 8.718\text{kg} \times 11.75 \text{ 回/hr} \\ &= 102.437\text{kg/hr} \end{aligned}$$

$$\bullet \text{ 1 日あたりの POPs 農薬投入量} = 2458.6\text{kg} \text{ (表 5.2 参照)}$$

なお、Run1、Run 2 において、投入した POPs 農薬等の内訳を表 5.2 に示すとおりである。POPs 農薬の投入回数および投入量は Run1 および Run2 ではほぼ同じである。表 5.2 に示す値は農薬のラベル表示ベースの数字である。

表 5.2 投入農薬の内訳

区分	製剤重量 [kg]	農薬投入量 (Run1+Run2) の合計		農薬投入量 (1日使用量)	
		個数	[kg]	Run1=Run2= {(Run1+Run2) }/2}	
DDT	DDT-1kg-5% (DM粉剤、ほか)	1	200	200	100
	DDT-500mL-20% (各社乳剤20)	0.5	258	129	64.5
	DDT-3kg-5% (DM粉剤、DDT粉剤5)	3	21	63	31.5
	DDT-3kg-8% (キスジン粉剤)	3	21	63	31.5
	DDT-500g-50% (各社DDT水和剤50)	0.5	788	394	197
	DDT-3kg-20% (東亜DDT水和剤20)	3	1	3	1.5
	DDT-3kg-50% (各社DDT水和剤50)	3	63	189	94.5
			1352	1041	520.5
BHC	BHC-500g-5% (各社水和剤系)	0.5	503	251.5	125.75
	BHC-3kg-1% (各社BIC粉剤1)	3	48	144	72
	BHC-500mL-10% (乳剤10%瓶)	0.5	47	23.5	11.75
	BHC-1kg-6% (ホクコーガンマー粒剤)	1	0	0	0
	BHC-3kg-3% (各社BHC粉剤3)	3	146	438	219
	BHC-2kg-5% (エカチンTD・BHC粒剤)	2	2	4	2
	BHC-2kg-6% (各社ガンマ粒剤)	2	21	42	21
	BHC-3kg-4% (各社エイトガンマ)	3	426	1278	639
	BHC-500g-25% (リンデン)	0.5	38	19	9.5
	BHC-3kg-5% (エカチン・BHC粉剤、BHC粉剤5)	3	52	156	78
	BHC-3kg-6% (ガンマ粒剤)	3	3	9	4.5
			1286	2365	1182.5
アルドリ ン	アルドリ ン-1kg-4% (各社アルドリ ン粉剤4)	1	31	31	15.5
	アルドリ ン-300mL-24% (アルドリ ン乳剤)	0.3	96	28.8	14.4
	アルドリ ン-3kg-2.6% (各社アルドリ ン粉剤2.6)	3	12	36	18
	アルドリ ン-3kg-4% (各社アルドリ ン粉剤4)	3	448	1344	672
			587	1439.8	719.9
	ディルド リン-3kg-3.4% (ディルド リン粉剤4)	3	4	12	6
エンド リン	エンド リン-3kg-1.5% (エンド リン粉剤)	3	14	42	21
	エンド リン-300mL-20% (各社エンド リン乳剤)	0.3	58	17.4	8.7
			72	59.4	29.7
合計			3301	4917.2	2458.6

## (2)投入廃棄物

今回の試験において、POPs 農薬と混焼している廃棄物の量は表 5.3 に示すとおりである。

表 5.3 投入廃棄物の量

区分	ブランク	Run1	Run2	備考
感染性廃棄物 (kg)	22,680	22,601	22,481	564 回/日バッチ供給
(調整)汚泥 <sup>1</sup> (kg)	86,419.2	92,935.2	92,899.2	
廃液 (L)	8,160	10,560	9,120	

<sup>1</sup> : 調整汚泥は汚泥土壌、シュレッターダスト、その他の有機・無機性の汚泥を各 43%、31%、26%の割合で均一に混合調整したもの。試験期間中、その割合はほぼ同じものを供給

Run1 と Run2 において、投入廃棄物の量およびその構成は殆ど同じものになるように廃棄物を調整し、投入している。廃棄物の変動による試験結果への影響は少ないと考えられる。(感染性廃棄物については POPs 等成分の分析は実施していない)。

## (3)助燃油

表 5.4 助燃油の量 (L)

	ブランク	Run1	Run2
助燃油 (L)	23,088	28,656	25,248

助燃油は全て外乱要因を可能な限り除くために全て A 重油を使用している。

ブランク、Run1 および Run2 でそれぞれ 23,088L、28,656L および 25,248L の助燃油を使用しており、Run1 と Run2 で使用した助燃油の量はほぼ同じである。助燃油中に POPs および DXNs 成分がないことを前提としている。

## 3) 運転条件

### (1)運転温度

#### ・ブランク

一次燃焼炉：平均 1 090℃ (Max1198℃、Min1001℃)

二次燃焼炉：平均 900℃ (Max946℃、Min850℃)

#### ・RUN1

一次燃焼炉：平均 1 091℃ (Max1195℃、Min984℃)

二次燃焼炉：平均 894℃ (Max950℃、Min847℃)

#### ・RUN2

一次燃焼炉：平均 1084℃ (Max1213℃、Min969℃)

二次燃焼炉：平均 885℃ (Max940℃、Min840℃)

## (2) 運転中の滞留時間

キルン内の平均滞留時間は約 1 時間。燃焼ガスは一次、二次燃焼炉で 3.5~4 秒となっており、全体で 7 秒以上となっている。

## (3) 排ガス処理

### ① 基本フロー

排ガス洗浄塔＋除塵装置（湿式電気集塵機）

### ② 水酸化マグネシウム量

循環水へ注入する水酸化マグネシウム量は pH 計で自動的に調整  
（能力は塩酸換算 250kg/h）

## (4) 排水処理

### ① 基本フロー

カルシウムにより弗素固定、キレート剤による重金属固定及び凝集剤処理による沈降分離

### ② 循環水について

循環水一部をスラリー排水として系内より排水処理施設へ抜きだしているが、系内平均滞留時間は 5~6 時間である。

### ③ 排水について

処理後の排水は隣接する別の工場の排水処理を経て公共水域に放流されるため、法規制値は該当しない

## 4) 測定状況

本焼却処理試験において試料を測定した地点を下記に示す。

### (1) 投入

- ・ 投入農薬、調整汚泥、廃液

### (2) 排ガス

- ・ 燃焼ガス（ジェットファーン後）
- ・ 煙突排ガス

### (3) 燃え殻

### (4) 排水関連

- ・ 排水処理施設へ抜け出すスラリー排水（循環排水）
- ・ 汚泥（スラリー排水が水処理施設通過後の汚泥）
- ・ 脱水排水（水処理施設後の排水汚泥の脱水排水）

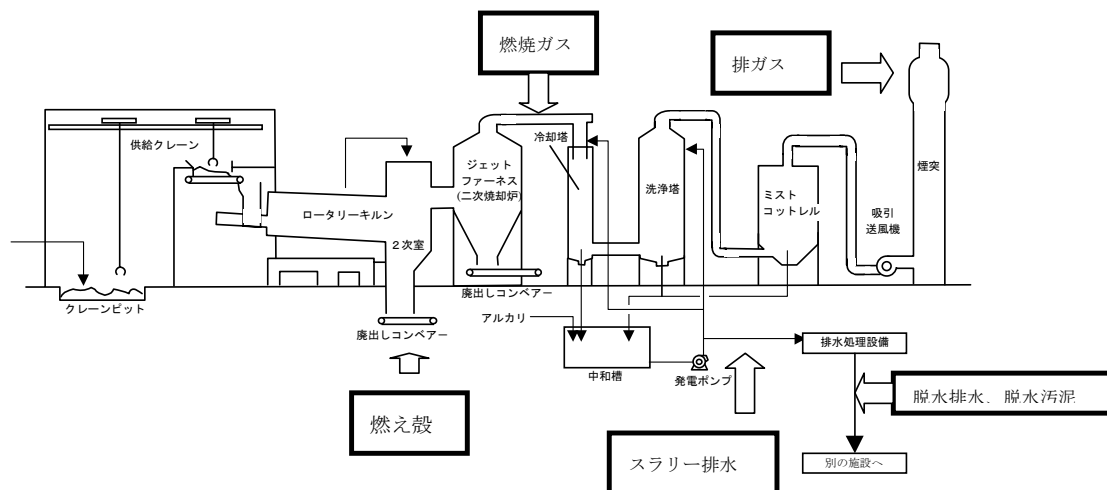


図 5-1 実規模試験施設における試料採取点

## 5) POPs 等農薬の分析方法について

### (1)前処理法

#### a. 排ガス

##### ①円筒ろ紙

ろ紙をアセトン 120mL で 16 時間以上ソックスレー抽出を行い、抽出液を分取した。

##### ②樹脂

樹脂を約 40g ずつ二分分割して共栓付き三角フラスコに入れ、アセトン 100mL を加え 30 分間振盪抽出を行った後、抽出液を濾過した。

##### ③吸収液洗液

吸収液、洗液及び①と②の濾液を合せ、三～四分分割して 1L 分液ロートに入れ、塩化ナトリウム 30g 及びサロゲート ( $\alpha$ -BHC-d<sub>6</sub>、p,p'-DDT-13C<sub>12</sub>、HCB-13C<sub>6</sub>、各 100ng) を加え十分混合して溶解後、ヘキサン 50mL を加え 10 分間振盪抽出した。この抽出を 2 回行い、ヘキサン層を合せ、無水硫酸ナトリウムで脱水後、約 5mL まで濃縮して試料溶液とした。

#### b. 燃え殻

燃え殻 20g を円筒ろ紙に入れてサロゲート ( $\alpha$ -BHC-d<sub>6</sub>、p,p'-DDT-13C<sub>12</sub>、HCB-13C<sub>6</sub>、各 100ng) を加え、アセトン/ジクロロメタン (1 : 1) 120mL で 16 時間以上ソックスレー抽出を行った。無水硫酸ナトリウムで脱水後、約 0.5mL まで濃縮してヘキサンを加えてさらに濃縮し、約 5mL として試料溶液とした。

#### c. 排水

試料 1L を分液ロートに入れ、塩化ナトリウム 30g 及びサロゲート (HCB-13C<sub>6</sub>、10ng) を加え十分混合して溶解後、ヘキサン 50mL を加え 10 分間振

盪抽出した。この抽出を 2 回行い、ヘキサン層を合せ、無水硫酸ナトリウムで脱水後、約 5mL まで濃縮して試料溶液とした。

d. 汚泥等

試料 20 g を共栓付き三角フラスコに入れてサロゲート ( $\alpha$ -BHC-d<sub>6</sub>、p,p'-DDT-13C<sub>12</sub>,HCB-13C<sub>6</sub>,各 100ng) を加え、アセトン 50mL で 30 分間振盪抽出し、抽出液を濾過した。濾液を 5%塩化ナトリウム溶液 100mL を入れた 300mL 分液ロートに加えた。これにヘキサン 50mL を加え、10 分間振盪抽出した。この抽出を 2 回行い、ヘキサン層を合せ、無水硫酸ナトリウムで脱水後、約 5mL まで濃縮して試料溶液とした。

(2)精製法

試料溶液をフロリジルミニカラムに付加した。ヘキサン 5mL で 2 回洗い込みした後、ヘキサン-エーテル (85:15) 10mL で溶出した。これをロータリーエバポレーターで約 1mL まで濃縮し 10mL 試験管に移して内標準 (フルオランテン-d<sub>10</sub>,100ng) を添加し、1mL まで濃縮して測定試料とした。