

## 2. 実証試験計画の立案・検討

本章では、実証試験において POPs 農薬等の無害化状況の評価方法ならびに実証試験を行った施設における実験の概要を整理する。

### 2.1 実証試験における POPs 農薬等に関する処理目標値について

POPs 農薬等の無害化処理技術の有効性の判断に際しては、以下の2つの考え方があるが、今回は周辺環境への影響を評価する後者の方法による事とした。

(ア) 投入農薬と排ガスや処理残さ等に残留している農薬の比から算出する分解率による評価

(イ) 施設から排出される処理残さや排ガス等に含まれる POPs 等が環境に与える影響が許容範囲内にあることを確認

埋設農薬等による環境汚染が許容範囲にあるか否かの判断のための環境管理指針値は、技術検討部会において POPs 等に関する一日摂取許容量 (ADI: mg/kg-体重) に基づいて以下の考え方で算定を行った。

#### (1) 算出方法

##### 1) 大気中濃度の指針値の算出方法

$$\text{大気中濃度指針値} = \text{ADI} \times \text{体重} (50\text{kg}) \times \text{大気への経路配分}(0.1) \\ \div \text{一日呼吸量} (15\text{m}^3)$$

##### 2) 環境水 (表流水、地下水) の濃度の指針値

$$\text{環境水濃度指針値} = \text{ADI} \times \text{体重} (50\text{kg}) \times \text{水への経路配分}(0.1) \div \text{一日水摂取量} (2\text{L})$$

##### 3) 土壌濃度指針値

土壌の溶出試験結果が環境水濃度指針値 (2) 以下

農薬に使用された POPs 及び BHC、更に POPs 等農薬の有効成分として使用されたことのある (POPs 及び BHC 以外の) 化学物質のうち、環境基準の定められているものについて上記の考え方により算定された指針値は、「埋設農薬調査・掘削等暫定マニュアル (環境省環境管理局水環境部 平成 13 年 12 月)」において公表された。なお、その際、環境基準の定められている媒体については、環境基準を指針値として採用した。

POPs 農薬の処理及び処理残渣の処分による環境汚染の有無の判断のための環境管理指針値は、本来であれば、各種の処理技術の性能を評価し最良の技術により達成される水準を採用すべきであるが、実証試験が急がれること及び実証試験の評価のためにのみ用いることを目的とすることで、健康影響に基づき設定された上記の環境媒体中の濃度の指針値に基づき、以下のとおり設定することとされた。

#### 4) 排ガス濃度指針値

煙突高さ及び排出ガス量に応じた指針値とし、大気汚染防止法の K 値規制で用いている拡散式で算出した最大着地濃度が大気中濃度指針値を超えないこととする。  
計算式は以下のとおり。(導出法は本節の末に示す。)

$$q = C_{max} \times 25.64 \times (He)^2 \div Q_0$$

ここで、

$q$ : 排ガス濃度指針値 (15 における値) [mg/m<sup>3</sup>]

$C_{max}$ : 大気中濃度指針値 [mg/m<sup>3</sup>] (上記 1) による算定)

$He$ : 有効煙突高 [m] (実煙突高からの算定法は本節の末に示す。)

$Q_0$ : 15 における総排ガス量 [m<sup>3</sup>/s]

#### 5) 排水濃度指針値

水質環境基準と排水基準の一般的関係から、  
排水濃度指針値 = 環境水濃度指針値 × 10

#### 6) 管理型最終処分場への処分指針値

有機リン化合物(パラチオン、メチルパラチオン、メチルジメトン、EPN)についての規制値(1mg/L)と、排水基準(1mg/L)が等しいことを考慮して、

管理型処分指針値 = 排水濃度指針値

農薬に使用された POPs 及び BHC についての環境管理指針値の算定結果を表 2.1 に示す。

表2-1 POPs農薬等の処理にあたっての環境管理指針値の考え方

農薬名(例名)	AD(一日摂取許容量) mg/kg体重		分析法	備考	大気中濃度 指針値 mg/m <sup>3</sup>	環境水中濃度 指針値 mg/L	土壌濃度 指針値 mg/L	排ガス濃度 指針値 mg/m <sup>3</sup>	排水濃度 指針値 mg/L	管理型最終処分場 への処分 指針値 mg/L
	中央環境審議会 品衛生調査会で設 定された値	その他								
<b>POPs農薬等</b>										
BHC	0.0125 1975	暫定ADI(JMPR) <b>0.001</b> 1997	A	異性体との含量で指針値と評価	0.0003	0.0025	0.0025		0.025	0.025
DDT	<b>0.005</b> 1975	PTD(JMPR) 0.01 2000	A	代謝物との含量で指針値と評価	0.0017	0.0125	0.0125		0.125	0.125
アルドリン	0.0001 1973	PTD(JMPR) 0.0001 1994	A	デルタリンとの含量	0.00003	0.0003	0.0003		0.0025	0.0025
エンドリン	0.0002 1973	PTD(JMPR) 0.0002 1994	A		0.0001	0.0005	0.0005		0.005	0.005
ディルドリン	0.0001 1973	PTD(JMPR) 0.0001 1994	A	アルドリンとの含量	0.00003	0.0003	0.0003		0.0025	0.0025
クロルデン		PTD(JMPR) 0.0005 1994	A		0.0002	0.0013	0.0013		0.0125	0.0125
ヘプタクロル		PTD(JMPR) 0.0001 1994	A		0.00003	0.0003	0.0003		0.0025	0.0025

(参考)

**環境基準設定物質**

総水銀				土壌 水環境基準、WHO欧州事務局大気質ガイドライン	0.001*	0.0005*	0.0005*		0.005	0.005
チラム(チウラム)	<b>0.0023</b>	ADI(JMPR) 0.01 1992	B	土壌 水環境基準	0.0008	0.006*	0.006*		0.06	0.06
有機七素		PTWI(JECFA) 0.015 1988	C	土壌 水環境基準	0.0007	0.01*	0.01*		抽出された値	抽出された値
有機燐(パラチオン、メチルパラチオン、EPN)			C, D	土壌環境基準、旧水環境基準		抽出された値	抽出された値			
パラチオン	0.005	ADI(JMPR) <b>0.004</b> 1995			0.0013					
メチルパラチオン	0.015	ADI(JMPR) <b>0.003</b> 1995			0.0010					
EPN	0.0023				0.0008					

JECFA = FAO/WHO合同食品添加物委員会

JMPR = FAO/WHO合同残留農薬専門委員会

PTDI = 暫定1日摂取許容量

PTWI = 暫定週摂取許容量

注1. 平成5年の環境基準改正により、有機燐の水質環境基準値(抽出されないものは)は削除された。有機燐(パラチオン、メチルパラチオン、メチルジメトロン及びEPN)については、急性毒性の観点から、当面、従来の水質汚濁防止法に基づき排水規制等が継続されること前提に環境基準から削除。

注2. 排水濃度指針値は、水質環境基準と排水基準の一般的な関係から、排水濃度指針値を環境水濃度指針値の10倍として設定

注3. 管理型最終処分場への処分指針値は、埋設農薬調査・掘削等暫定マニユアルの別添4. 農薬環境管理指針値一覧には、記載されていないが、チラム(チウラム)及び有機リン化合物を含む産業廃棄物の埋立処分に関する判定基準と、排水基準が等しいことを考慮して、処分指針値を排水指針値と等しいとして算定し、追記したものである。

注4. 指針値欄の\*印は既存の基準値等を採用したものである。

**排ガス濃度指針値計算式**

$$q = C_{max} \times 25.64(He)/QO$$

ここで、q 排ガス濃度指針値 [15] における値 [mg/m<sup>3</sup>]

C<sub>max</sub> 大気中濃度指針値 [mg/m<sup>3</sup>]

He 有効煙突高 [m]

〔排ガス濃度指針値の算定式〕

#### A.有効煙突高

有効煙突高( $H_e$ )を求める式としてはボサンケ式に基づいて、次式を採用する。

$$H_e = H_0 + 0.65(H_m + H_t)$$

$$H_m = \frac{0.795\sqrt{Q_0 \cdot V}}{1 + \frac{2.58}{V}}$$

$$H_t = 2.01 \times 10^{-3} \cdot Q_0 \cdot (T - 288) \left( 2.30 \log J + \frac{1}{J} - 1 \right)$$

$$J = \frac{1}{\sqrt{Q_0 \cdot V}} \left( 1460 - 296 \cdot \frac{V}{T - 288} \right) + 1$$

ここで、

$H_0$ : 排出口の実高 (m)

$H_m$ : 排出口における上向きの運動量による上昇高さ (m)

$H_t$ : 排ガス温度と大気温度の温度差による上昇高さ (m)

$Q_0$ : 15 における総排ガス量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

$V$ : 排ガスの排出速度 ( $\text{m}/\text{s}$ )

$T$ : 排ガスの温度 (K)

#### B. 最大着地濃度

大気汚染防止法のK値規制に準じて、サットンの拡散式により、煙源の風下主軸上の最大着地濃度  $C_{max}$  を求めると、

$$C_{max} = 0.234 \cdot \frac{Q}{6H_e^2}$$

ここで、

$C_{max}$ : 最大着地濃度 [ $\text{m}^3/\text{m}^3$ ]

$Q$ : 汚染物質排出量 (15 における値) [ $\text{m}^3/\text{s}$ ]

ここでは時間修正は考慮しないものとする。

#### C. 汚染物質排出量

したがって、汚染物質排出量を最大着地濃度で表すと、

$$Q = \frac{6H_e^2 \times C_{max}}{0.234} = 25.64 \cdot H_e^2 \times C_{max}$$

ここで、排ガス中の汚染物質の濃度を  $q$  [ $\text{m}^3/\text{m}^3$ ] とすると、総排ガス量  $Q_0$  [ $\text{m}^3/\text{s}$ ] を用いて、

$$Q[\text{m}^3/\text{s}] = Q_0[\text{m}^3/\text{s}] \times q[\text{m}^3/\text{m}^3]$$

の関係が有る。これより、

$$q = 25.64 \frac{H_e^2}{Q_0} \times C_{max}$$

を得る。ここで、

q : 汚染物質濃度 (15 における値) [ $\text{m}^3/\text{m}^3$ ]

これは、q、 $C_{max}$ を共に $[\text{mg}/\text{m}^3]$ で表した場合の関係式でもあり、改めて、以下の式を用いて、排ガス濃度指針値を算定する。

$$q = 25.64 \frac{H_e^2}{Q_0} \times C_{max}$$

ここで、q : 排ガス濃度指針値 (15 における値) [ $\text{mg}/\text{m}^3$ ]

$C_{max}$  : 大気中濃度指針値 [ $\text{mg}/\text{m}^3$ ]

$H_e$  : 有効煙突高 [m]

$Q_0$  : 15 における総排ガス量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

である。

( 2 ) 環境管理指針値

POPs 農薬等に関する一日摂取許容量 (ADI: mg/kg-体重) に基づいて、技術検討部会において環境中の管理指針値等を算出したところ、表 2.2 のようになった。

表 2.2 POPs 農薬等に関する環境管理指針値

農薬名	大気中 濃度指針値	環境水中 濃度指針値	土壌濃度 指針値 (溶出試験)	排水濃度 指針値	管理型最終 処分場への 処分指針値 (溶出試験)
単位	mg/m <sup>3</sup>	mg/L	mg/L	Mg/L	mg/L
BHC	0.0003	0.0025	0.0025	0.025	0.025
DDT	0.0017	0.0125	0.0125	0.125	0.125
アルドリン	0.00003	0.0003	0.0003	0.0025	0.0025
エンドリン	0.0001	0.0005	0.0005	0.005	0.005
ディルドリン	0.00003	0.0003	0.0003	0.0025	0.0025
クオルデン	0.0002	0.0013	0.0013	0.0125	0.0125
ヘプタクロル	0.00003	0.0003	0.0003	0.0025	0.0025
HCB(*)	0.00006	0.00043	0.00043	0.0043	0.0043
HCB(**)	0.00005	0.00040	0.00040	0.0040	0.0040

\*: WHO(非腫瘍性 TDI)に基づく値

\*\* : WHO(腫瘍性影響健康リスク評価指針値)に基づく値

なお排ガス濃度指針値は、以下の計算式によって算出される。

$$q = 25.64 \frac{H_e^2}{Q_0} \times C_{max}$$

ここで、  
 $q$  : 排ガス濃度指針値 (15 における値) [mg/m<sup>3</sup>]  
 $C_{max}$  : 大気中濃度指針値 [mg/m<sup>3</sup>]  
 $H_e$  : 有効煙突高 [m]  
 $Q_0$  : 15 における総排ガス量 (m<sup>3</sup>/s)

である。

## 2.2 直接溶融キルン方式における実験計画

### (1) 目的

標記実証試験に係る目的は、以下の通りである。

#### 1) 農薬の無害化状況の確認

実証試験施設において、試験的に投入された POPs 等農薬が適切に分解されているかどうかを確認する。評価指標は、投入物中の POPs 等 7 物質含有量と処理残さ中の含有量とする。最終的には、施設内の物質収支フローを明らかにする。

#### 2) 無害化プロセスから排出される環境負荷の確認

実証試験施設にて、POPs 等農薬を無害化処理する際に、排出される環境負荷を大気・水・廃棄物の 3 媒体・経路毎に確認し、POPs 等農薬無害化による環境影響を事前に評価する。なお、評価指標としては、環境基本法等に基づき環境基準値等が定められている項目はそれらの値を使用し、規定されていない POPs 等 7 項目ならびに HCB については、技術検討部会で設定した参考値とする。

### (2) 試験に使用する施設

月島機械（株）研究開発センター内 直接溶融ロータリーキルン炉

（所在地：千葉県市川市）

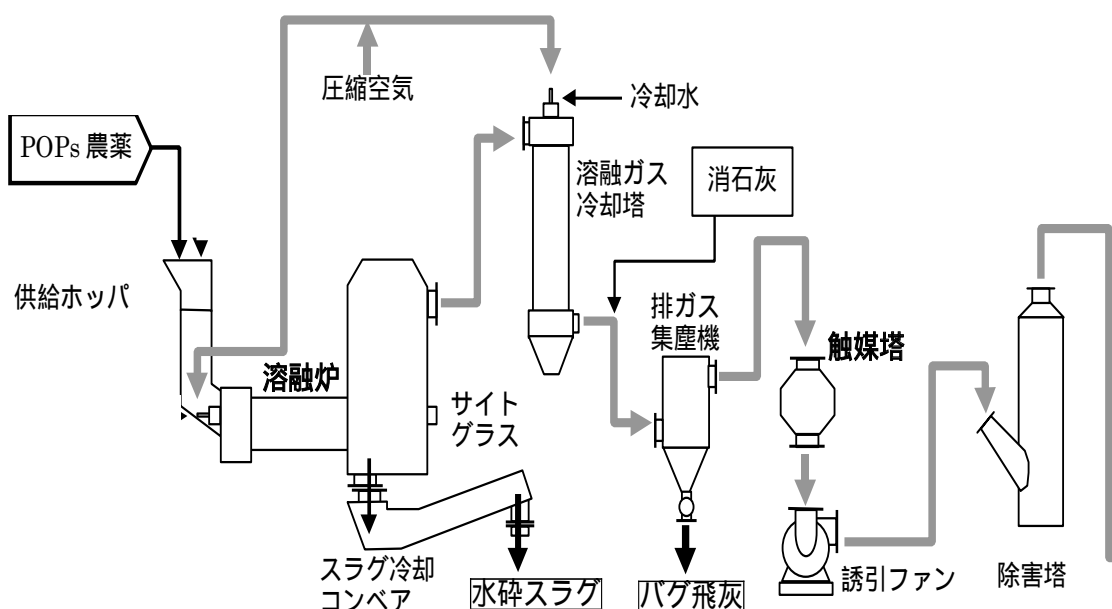


図 2.1 直接溶融ロータリーキルン炉の構成図

### ( 3 ) 処理対象物

農薬については、ラベル表示が認識可能なものとする。また、一緒に投入する燃焼材としては廃プラスチックと重油等を利用する。

### ( 4 ) 運転条件

#### 1) 運転温度

1,300 ( 溶融物の回収に最適な温度 )

なお、温度管理はキルン排ガスならびに溶融物投下口の輻射式温度計にて行う。

#### 2) 運転中の溶融炉内の滞留時間

約 1 時間

これは、廃棄物を溶融して水砕スラグを回収する場合の最適条件として設定されるカラム回転数を維持している場合の滞留時間である。

#### 3) 農薬等の投入方法・条件

##### ( ア ) 投入方法

設備投入口より、作業員によるマニュアル投入とする。

なお、投入ヤードは屋外なので、シート等により風雨対策のための養生をする。

##### ( イ ) 投入間隔

10kg/3 分毎 × 20 回/時 = 200kg/時

##### ( ウ ) 投入条件

30cm × 30cm の寸法未満にする。

事前にビニル袋に詰めて、投入物を調製しておく。 作業安全に配慮必要

#### 4) 排ガス処理

##### ( ア ) 基本フロー

二次燃焼炉 + バグフィルター ( 石灰を噴霧 ) ( + スクラバー )

##### ( イ ) 石灰噴霧量

投入物の塩素含有量分析結果に基づき、排ガス中の塩化水素目標値達成のために必要な量を算定する。

##### ( ウ ) スクラバー

投入物中の水銀等の量に応じて、使用するか否かを決定する。

### ( 5 ) 測定分析

#### 1) 投入物

##### ( ア ) 分析項目

強熱減量、重金属類 ( Hg、Cu、As、Sn 他 )、POPs 等 7 物質、DXNs

重金属類及び POPs 等 7 物質は、投入する農薬の性状に基づいて設定する

( 1 ) 及び 2) の分析も同様 )

##### ( イ ) 分析試料



- ・ POPs 等農薬の混合試料

## 2) 排ガス

### (ア) 分析項目

O<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub>、CO、NO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub>、HCl、SPM、重金属類、POPs等7物質、DXNs

### (イ) 分析試料(1日分)

- ・ 農薬投入中： 1検体(4m<sup>3</sup>) × 2地点 投入後安定状態確認後から4時間

### (ウ) 採取地点

- ・ バグフィルター前(等流速採取可能)
- ・ 煙突前ガス採取口(等流速採取可能)

## 3) 排ガス処理設備のばいじん

### (ア) 分析項目

強熱減量、重金属類、POPs等7物質、DXNs

### (イ) 分析試料(1日分)

- ・ 10時間分を混合：1検体(500g) × 2回/日

### (ウ) 採取地点

- ・ バグフィルター底部

## 4) 処理残さ(溶融物)

### (ア) 分析項目

強熱減量、重金属類(Hg、Cu、As、Sn他)、POPs等7物質、DXNs

### (イ) 分析試料(1日分)

- ・ 安定状態の下で、4時間分を混合：1検体(500g) × 2回/日

## 5) 温度

運転監視用端子を使用して測定する。

## 2.3 外熱式乾留炉 + 二次燃焼炉における実験計画

### (1) 目的

標記実証試験に係る目的は、以下の通りである。

#### 1) 農薬の無害化状況の確認

実証試験施設において、試験的に投入された POPs 等農薬が適切に分解されているかどうかを確認する。評価指標は、投入物中の POPs 等物質含有量と処理残さ中の含有量とする。最終的には、施設内の物質収支フローを明らかにする。

#### 2) 無害化プロセスから排出される環境負荷の確認

実証試験施設にて、POPs 等農薬を無害化処理する際に、排出される環境負荷を大気・水・廃棄物の 3 媒体・経路毎に確認し、POPs 等農薬無害化による環境影響を事前に評価する。なお、評価指標としては、環境基本法等に基づき環境基準値等が定められている項目はそれらの値を使用し、規定されていない POPs 等 7 項目ならびに HCB については、技術検討部会で設定した参考値とする。

### (2) 使用する試験施設

三菱重工（株）横浜工場内 外熱式ロータリーキルン炉と二次燃焼炉

（所在地：神奈川県横浜市）

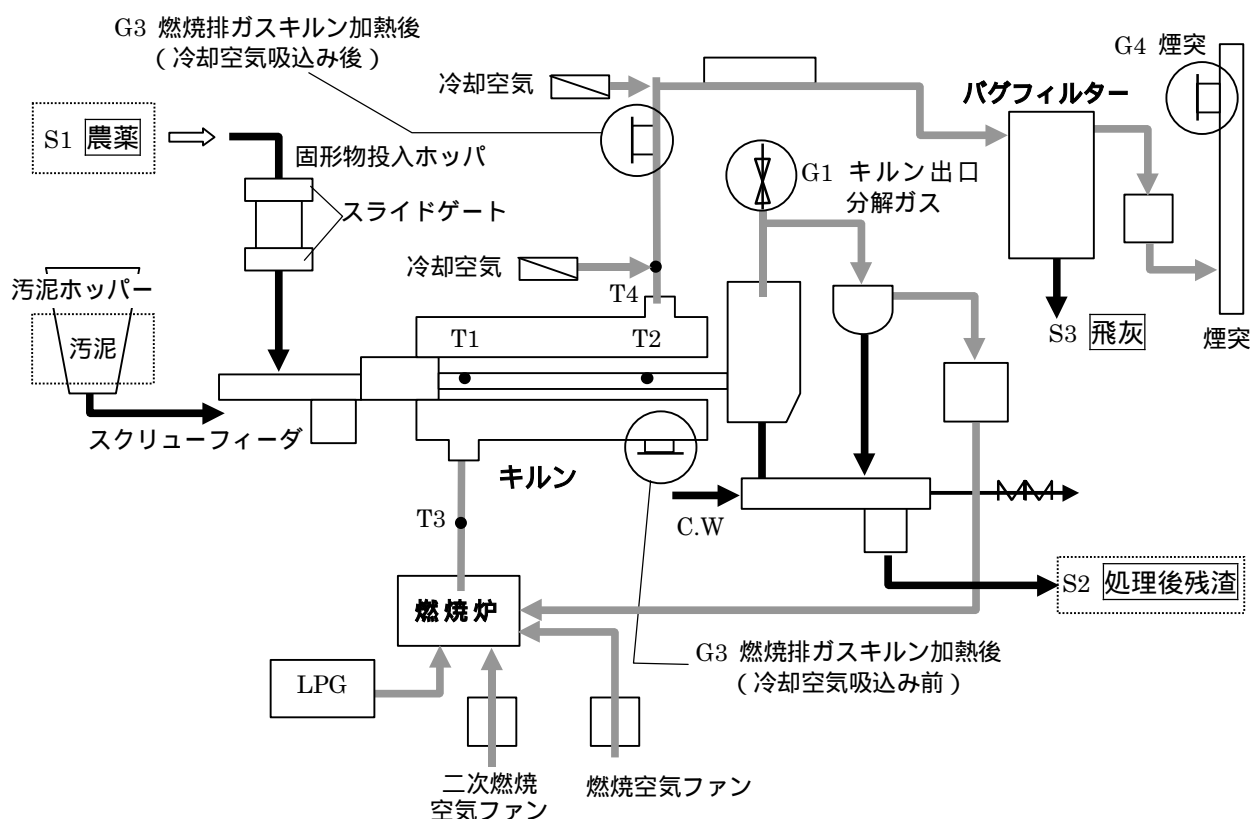


図 2.2 外熱式ロータリーキルン + 二次燃焼炉

### (3) 処理対象物

農薬については、ラベル表示が認識可能なものとする。同炉は施設内で発生する生活汚泥を炭化処理するのに使用されている。また、焼却試験時に発生する排ガス中の塩化水素濃度について規制値を満足するように、農薬のみではなく生活汚泥と一緒に処理することとした。

### (4) 運転条件

#### 1) 運転条件

##### (ア) 運転温度

500 (通常汚泥の炭化過程での最適温度)

なお、温度管理は内筒表面温度にて行っている。

##### (イ) 運転中の炭化炉内の滞留時間

約 45 分

これは、通常汚泥の炭化過程における温度を 500 とした場合の最適条件として設定されるカラム回転数を維持している場合の滞留時間である。

#### 2) 農薬等の投入方法・条件 汚泥は自動投入

##### (ア) 投入方法

設備投入口より、作業員によるマニュアル投入とする。

なお、投入ヤードは屋外なので、シート等により風雨対策のための養生をする。

##### (イ) 投入間隔

$1.25\text{kg}/5\text{分毎} \times 12\text{回/時} = 15\text{kg/時}$

または

$2.5\text{kg}/10\text{分毎} \times 6\text{回/時}$

##### (ウ) 投入条件

20cm × 30cm の寸法未満にする。紙袋等は裁断する。

ガラス瓶などは入れられない。

事前にビニル袋に詰めて、投入物を調製しておく。 安全に配慮必要

#### 3) 排ガス処理

##### (ア) 基本フロー

二次燃焼炉 + バグフィルター (石灰・活性炭を噴霧)

##### (イ) 石灰噴霧量

投入物の塩素含有量分析結果に基づき、排ガス中の塩化水素目標値達成のための必要量を算定する。

##### (ウ) 活性炭噴霧量

水銀等については、活性炭噴霧にて対応する。

## (5) 測定分析

### 1) 投入物

#### (ア) 分析項目

強熱減量、重金属類 (Hg、Cu、As、Sn 他)、POPs 等 7 物質、HCB、DXNs  
重金属類及び POPs 等 7 物質は、投入する農薬の性状に基づいて設定する  
(2) 及び 3) の分析も同様)

なお、試験実施前に、熱天秤分析も実施し、運転条件等を検討した。

#### (イ) 分析試料

- ・ POPs 等農薬：1 検体 (混合試料)
- ・ 汚泥： 1 検体

### 2) 排ガス

#### (ア) 分析項目

O<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub>、CO、NO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub>、HCl、SPM、重金属類、POPs 等 7 物質、HCB、DXNs

#### (イ) 分析試料 (1 日分)

- ・ 農薬投入前：0 検体 (4m<sup>3</sup>) 過去の記録で代替する
- ・ 農薬投入中：1 検体 (4m<sup>3</sup>) × 2 地点 投入後 30 分後から 4 時間

#### (ウ) 採取地点

- ・ 煙突前ガス採取口 (等流速採取可能)
- ・ バグフィルター前

### 3) 処理残さと排ガス処理設備のばいじん

残さを 100kg/日程度と推定 (約 15% の残さ率)

試験前に熱天秤分析を行い、炭化温度ならびに石灰噴霧量等の推定を行う。

#### (ア) 分析項目

強熱減量、重金属類、POPs 等 7 物質、DXNs

#### (イ) 分析試料 (1 日分)

- ・ 農薬投入後 4 時間分：1 検体 (500g)

#### (ウ) 採取地点

- ・ 炭化物回収口

### 4) 温度

通常の運転管理用の計測端子設置点にて計測する。