

考えられる。

②HCl 濃度の増加に従い DXN 濃度も増加している。

③アンモニア注入時も、2次燃焼室での浮遊燃焼を阻害し、逆に DXN 濃度を増加させていると考えられる。

- (5) RUN 5-1 および 5-2 … コーヒー粕 … 流動層炉  
 実験結果を以下の表に示す。

表 3-5 実験結果表 (RUN 5)

実験データ		RUN 5-1 700℃運転	RUN 5-2 900℃運転
実測温度	SG1	696.0	845.0
	SG2	657.0	830.0
	SG3	670.0	816.0
	炉出口	622.0	737.0
実滞留時間	SG1	1.3259	1.2628
	SG2	2.6625	2.4669
	SG3	3.468	3.300
	炉出口	5.488	5.345
炉内ガス DXN-WHO ng-TEQ/m <sup>3</sup> <sub>N</sub>	SG1	0.00012	0.0018
	SG2	0.00095	0.0093
	SG3	0.0034	0.0038
	炉出口	0.0041	0.0011
CO ppm	SG1	35	3
	SG2	16	<3
	SG3	16	<3
	炉出口	13	<3
飛灰 DXN-WHO ng-TEQ/g		2.1	2.9
飛灰 未燃カーボン %		0.359	0.271
温度分布 °C		650~700	800~870
ガス流速 m/s		1.7~2.6	2~2.8
HCl (カッコ内の数値は燃料投入量から 計算した値) mg/m <sup>3</sup> <sub>N</sub>		6.9 (19)	2.0 (19)

1) 燃焼温度 VS DXN 濃度

- ①700℃に比べ900℃の炉内ガス中のDXN濃度は予想に反し増加しているが、  
 炉の出口では900℃の方が減少している。  
 ②700℃に比べ900℃の飛灰DXN濃度は、予想に反し増加している。

2) CO 濃度 VS DXN 濃度

- ①相関は見られなかった。

3) 滞留時間 VS DXN 濃度

- ①700℃、900℃共、途中で一度増加し、その後減少している。

4) DXN 濃度の挙動について考えられる状況

- ①非常に低濃度のDXN値であるため、評価が難しい。  
 ②HCl濃度が低いと、DXN濃度も非常に低い大きな特徴がある。

(6) RUN 6-1~6-5 … 廃プラ + 塩ビ … 流動層炉  
 実験結果を以下の表に示す。

表 3-6 実験結果表 (RUN 6)

実験データ		RUN 6-1 700℃運転	RUN 6-2 700℃運転	RUN 6-3 800℃運転	RUN 6-4 900℃運転	RUN 6-5 900℃運転
実測温度	SG1	710.0	—	824.0	906.0	915.0
	SG2	709.0	—	812.0	882.0	905.0
	SG3	705.0	—	801.0	876.0	891.0
	炉出口	615.0	606.0	679.0	687.0	746.0
実滞留時間	SG1	1.2681	—	1.2176	1.1944	1.1936
	SG2	2.4465	—	2.3725	2.3499	2.3200
	SG3	3.244	—	3.166	3.120	3.101
	炉出口	5.367	5.226	5.364	5.609	5.321
炉内ガス DXN- WHO ng-TEQ/m <sup>3</sup> <sub>N</sub>	SG1	85.	—	18.	43.	13.
	SG2	46.	—	11.	12.	3.1
	SG3	26.	—	2.5	5.4	1.5
	炉出口	4.8	16.	0.93	2.0	0.16
炉内ガス DXN- WHO ng-TEQ/m <sup>3</sup> <sub>N</sub>	BF入	7.7	15.	—	—	—
	BF出	21.	3.4	—	—	—
CO ppm	SG1	2290.	—	121.	27.	13.
	SG2	1870.	—	14.	3.0	<3
	SG3	1840.	—	14.	2.0	<3
	炉出口	1810.	2290.	5.0	2.0	<3
飛灰 DXN-WHO ng-TEQ/g	11.	8.1	4.2	3.0	2.8	
飛灰 未燃カーボン %	0.661	2.31	0.156	0.155	0.198	
温度分布 °C	690~720	—	790~830	870~910	860~930	
ガス流速 m/s	1.8~2.1	—	1.9~2.2	1.9~2.2	1.9~2.2	
HCl(カッコ内の数値は燃料投入量から計算した値) mg/m <sup>3</sup> <sub>N</sub>	1900 (1524)	—(1527)	2000 (1536)	2000(1523)	1800(1525)	
条件	—	活性炭	—	—	アンモニア	

1) 燃焼温度 VS DXN 濃度

①700℃に比べ800℃で炉内ガス中のDXN濃度は大巾に減少しているが、900℃では予想に反し800℃より若干増加した。

②700℃、800℃、900℃と温度上昇により飛灰中のDXN濃度は減少している。

2) CO 濃度 VS DXN 濃度

①2000 ppm を越える濃度と10 ppm 以下ではあきらかに炉内ガス中のDXN濃度が減少している。

②但し、10 ppm 以下では、燃焼温度900℃の方が800℃より高い炉内ガス中のDXN濃度の値となり、相関は見られない。

③飛灰DXN濃度は、CO濃度が低いほど低くなり、相関が見られる。

3) 滞留時間 VS DXN 濃度

①700℃、800℃、900℃共、滞留時間が長いほど、炉内ガス中のDXN濃度は減少している。

4) 排ガス中への活性炭注入効果

①短時間の注入であるが、効果ははっきり出ている。但し、バグフィルタにバッ

クグラウンドの影響が見られる。

5) 炉内へのアンモニア注入効果

①900℃で実施したが、炉内ガス中の DXN 濃度の低減効果ははっきり出ている。

6) 薬剤注入について

DXN の低減効果の現れる場所が、活性炭ではバグフィルタ前後、アンモニアでは炉内というふうに、単純には比較できない。さらに今回 1 回ずつのテストだったため、今後データの蓄積が求められる。

7) DXN 濃度の挙動について考えられる原因

ロータリーキルン+ストーカ炉のような CI の炉内への蓄積や焼却物の飛散といった要因が無かったために、DXN の発生は高温で滞留時間を十分にとれば抑制されるという従来の考え方に沿った結果となった。

(7) 追加試験

1) 焼却物中の Cl 分析値の評価

焼却物の元素分析を行い、その中の Cl 分 (%) と焼却量から発生しうる最大の HCl 量を算出し、分析値と比較した。表を以下に示す。

表 3-7 塩化水素濃度比較表

		HCl mg/m <sup>3</sup> <sub>N</sub>			HCl mg/m <sup>3</sup> <sub>N</sub>
木くず	RUN 1-1		RUN 4-4	島津分析値	820
	島津分析値	36		タクマ分析値	403
	タクマ分析値			廃棄物よりの計算値	610
	RUN 1-2		RUN 4-5	島津分析値	890
	島津分析値	80		タクマ分析値	385
	タクマ分析値			廃棄物よりの計算値	637
コヒ-粕	RUN 2-1		コヒ-粕	RUN 5-1	
	島津分析値	18		島津分析値	7
	タクマ分析値			タクマ分析値	0
	廃棄物よりの計算値	9	廃棄物よりの計算値	19	
	RUN 2-2		RUN 5-2	島津分析値	2
	島津分析値	55		タクマ分析値	0
タクマ分析値		廃棄物よりの計算値		19	
廃油系	RUN 3-1		RUN 6-1	島津分析値	1900
	島津分析値	300		タクマ分析値	1216
	タクマ分析値	112		廃棄物よりの計算値	1524
	廃棄物よりの計算値	176	RUN 6-2	島津分析値	
	RUN 3-2			タクマ分析値	1247
	島津分析値	200		廃棄物よりの計算値	1527
タクマ分析値	121	RUN 6-3	島津分析値	2000	
廃棄物よりの計算値	114		タクマ分析値	1218	
廃プラスチック	RUN 4-1			廃棄物よりの計算値	1536
	島津分析値	590	RUN 6-4	島津分析値	2000
	タクマ分析値	645		タクマ分析値	
	廃棄物よりの計算値	1090		廃棄物よりの計算値	1523
	RUN 4-2		RUN 6-5	島津分析値	1800
	島津分析値			タクマ分析値	1044
タクマ分析値	830	廃棄物よりの計算値		1525	
廃棄物よりの計算値	1085	RUN 4-3	島津分析値	650	
RUN 4-3			タクマ分析値	573	
島津分析値	650		廃棄物よりの計算値	843	
タクマ分析値	573				
廃棄物よりの計算値	843				

注記) 上記の数値の単位は、mg/m<sup>3</sup><sub>N</sub>  
(O<sub>2</sub> = 12%換値)

表からわかるように、ロータリーキルン+ストーカ炉の RUN 1, RUN 2 に関しては、炉内ガス中の HCl 量は焼却物由来の Cl 量では、説明がつかない。したがって、他の原因が寄与していると考えられる。そこで以下の分析を追加し、解析した。

2) ガス冷却室噴射水中の Cl 分析

①噴射水中の塩素分

31 mg/l

②実験時の水噴射量 (RUN 1-2)

900℃において 約 1300 l/h

③計算

上記の条件より、噴射水中の塩素分が全てガス中の HCl になったとすると、

(単位時間当りの塩素噴射量) =  $1300 \times 31 \div 1000 = 40.3 \text{ g/h}$

(0℃、1気圧での発生 HCl 体積) =  $40.3 \div 35.5 \times 22.4 \div 1000 = 0.025 \text{ m}^3_{\text{N}}/\text{h}$

④計算 2

木くず 900℃燃焼について

理論ガス : 3120  $\text{m}^3_{\text{N}}/\text{h}$

水分 : 18 %

O<sub>2</sub> : 8.6 %

$$\therefore \frac{0.025}{3120 \times (1 - 0.18)} \times \frac{21 - 12}{21 - 8.6} \times 10^6 \approx 7 \text{ [ppm]} = 11.4 \text{ mg} / \text{m}^3_{\text{N}}$$

⑤考察

計算から、噴射水中の塩素分がすべて HCl ガスになったとしても 11.4 mg/ $\text{m}^3_{\text{N}}$  程度しか上乘せがないことがわかった。また 700℃の時に噴射水の塩素分が全く HCl ガスにならず、900℃の時に噴射水の塩素分が全て HCl ガスになるとは考えにくい。

結論として、噴射水の塩素分の影響はないと考えても良いであろう。

⑥参考 (木くず燃焼時の塩素濃度)

表 3-8 木くず燃焼時の塩素濃度表

		[HCl]	差
Run 1	700℃	36 mg/ $\text{m}^3_{\text{N}}$	> 44 mg/ $\text{m}^3_{\text{N}}$ (>> 11.4)
Run 1	900℃	80 mg/ $\text{m}^3_{\text{N}}$	

3) 助燃剤 (灯油) 中の Cl 分析

①灯油中の塩素分 (トータル)

< 0.01 %

②実験時の灯油量

900℃において 約 120 l/h

③計算

上記の条件より、灯油 (比重 1 とする) 中の塩素分を 0.01% とし、それが全てガス中の HCl になったとすると、

(単位時間当りの塩素噴射量) =  $120 \times 0.01 \div 100 \div 1000 = 1.2 \times 10^{-5} \text{ g/h}$

(0℃、1気圧での発生 HCl 体積)

$$= 1.2 \times 10^{-5} \div 35.5 \times 22.4 \div 1000 = 7.57 \times 10^{-9} \text{ m}^3_{\text{N}}/\text{h}$$

④計算 2

木くず 900℃燃焼について

理論ガス： 3120 m<sup>3</sup><sub>N</sub>/h  
 水分： 18 %  
 O<sub>2</sub>： 8.6 %

$$\therefore \frac{7.57 \times 10^{-9}}{3120 \times (1 - 0.18)} \times \frac{21 - 12}{21 - 8.6} \times 10^6 \approx 2.15 \times 10^{-6} [\text{ppm}] = 3.50 \times 10^{-6} \text{ mg/m}^3_{\text{N}}$$

⑤考察

計算から、灯油中の塩素分がすべて HCl ガスになったとしても噴射水中の塩素に起因するものよりも極めて少ない。

結論として、灯油中の塩素分の影響はないと考えても良いであろう。

- 4) ブランクテスト (RUN 0-1 および 0-2) …ロータリーキルン+ストーカ炉  
 以上の結果から焼却物を投入しないで炉を運転するブランクテストを実施し、DXN、HCl 等を測定した。以下に表を示す

表 3-9 実験結果表 (RUN 0)

実験データ		RUN 0-1 700℃運転	RUN 0-2 900℃運転
実測温度	SG1	806.0	993.0
	SG2	634.0	765.0
実滞留時間	SG1	0.4264	0.3975
	SG2	1.1413	1.0908
炉内ガス DXN-WHO ng-TEQ/m <sup>3</sup> <sub>N</sub>	SG1	0.00025	0.35
	SG2	0.085	1.6
CO ppm	SG1	<10	19
	SG2	<10	<10
主灰 DXN-WHO ng-TEQ/g		---	---
飛灰 DXN-WHO ng-TEQ/g		---	---
飛灰 未燃カーボン %		---	---
温度分布 ℃		600~800	700~1100
ガス流速 m/s		3~5	4~6
HCl (カッコ内の数値は燃料投入量から計算した値) mg/m <sup>3</sup> <sub>N</sub>		10 (0)	58 (0)

①燃料温度 VS DXN 濃度

・700℃に比べ900℃の炉内ガス中のDXN濃度は増加している。

②CO濃度 VS DXN 濃度

・相関は見られなかった。

③滞留時間 VS DXN 濃度

・700℃、900℃共、滞留時間の増加とともにDXN濃度が増加している。

④DXN濃度の挙動について考えられる状況

・焼却物がないにも関わらずHCl、DXNが検出されたことは炉内に蓄積されていることが考えられる。

特にRUN 2とRUN 5を比較した場合、同じ焼却物でも炉によってDXN発生量に1~2桁の違いが生じており、炉内の蓄積の影響が見てとれる。

・700℃に比べ900℃でHCl濃度が増加している。

5) 炉材メーカーからの情報

①炉材メーカーAより

「廃棄物、廃液の焼却処理にて炉材に HCl として蓄積する。その際炉材中の温度勾配により、低温域では HCl は固化して蓄積する。」

(但し、HCl がそのまま固化されているというのは非常に疑問)

②炉材メーカーBより

「キャストブルではアルミナセメントが含まれており、その中の CaO が CaCl<sub>2</sub> となって蓄積される。

煉瓦では廃棄物中の NaCl がしみ込んで (浸透しているだけか吸着しているのか、どういう形で存在するのかわからない)、それが 1000℃以上になると Cl 分が飛び出す。

ただし、きっちり試験をしたことはない。」

6) クリンカおよび炉材中の Cl 分析

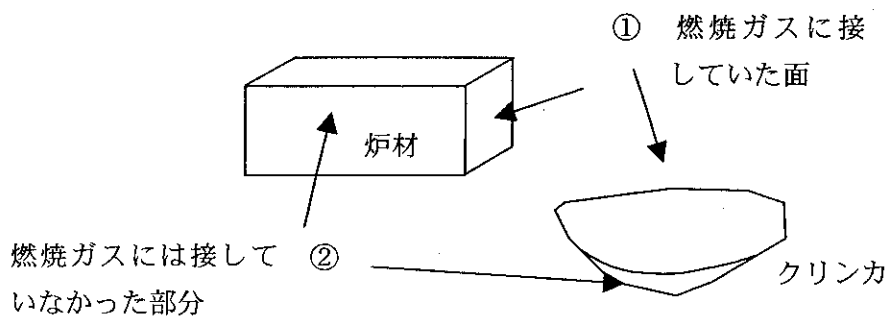
(ロータリーキルン+ストーカ炉、RUN 0 の後にサンプリング)

以下に Cl 分析の結果を示す。

表 3-10 固体中の塩素分析結果表

	クリンカ①	炉材①	クリンカ②	炉材②
塩素 % dry	<0.05	<0.05	0.10	0.06
燃焼性塩素 % dry	<0.01	<0.01	0.07	0.009

注記：分析部位は下図参照のこと



炉材・クリンカには、ある程度の塩素の蓄積が認められた。ブランクテスト 900℃において HCl 濃度が高い原因の 1 つだと考えられる。

また、炉内ガス分析において各 PCDD、PCDF 同族体の発生パターンを比較すると RUN 0 は RUN 4 と類似していることから炉内への蓄積が認められる。炉内には多量のクリンカの付着が認められたので、主原因はクリンカだと思われる。



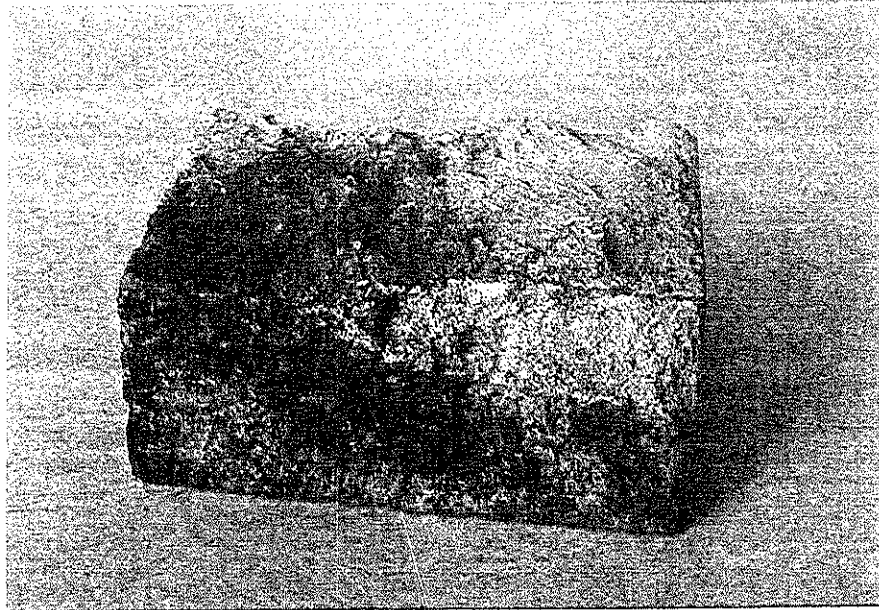


写真 3-1 レンガ 炉内側

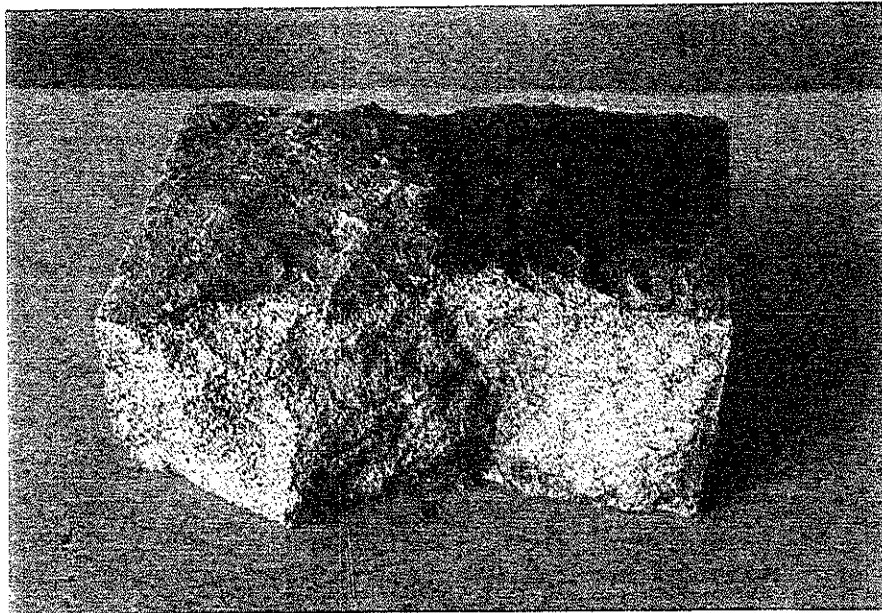


写真 3-2 レンガ 中央部

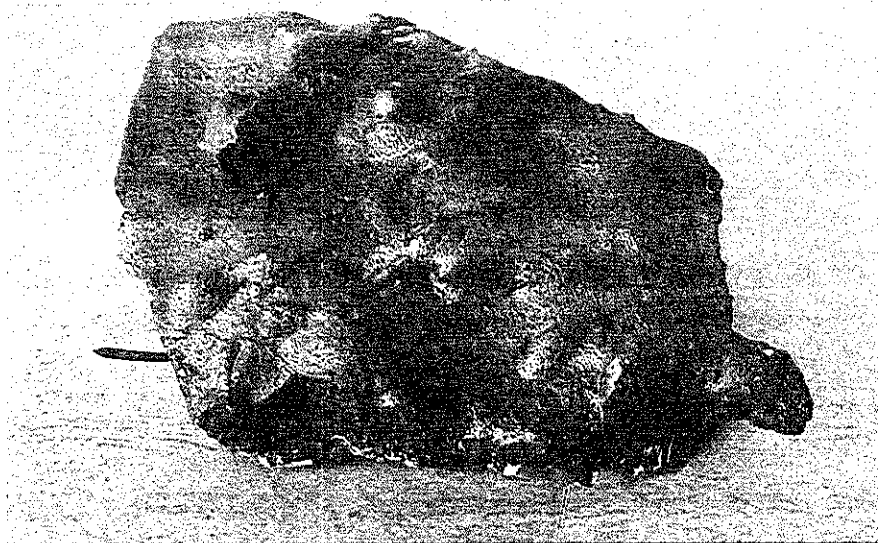


写真 3-3 クリンカ 表面



写真 3-4 クリンカ 内面

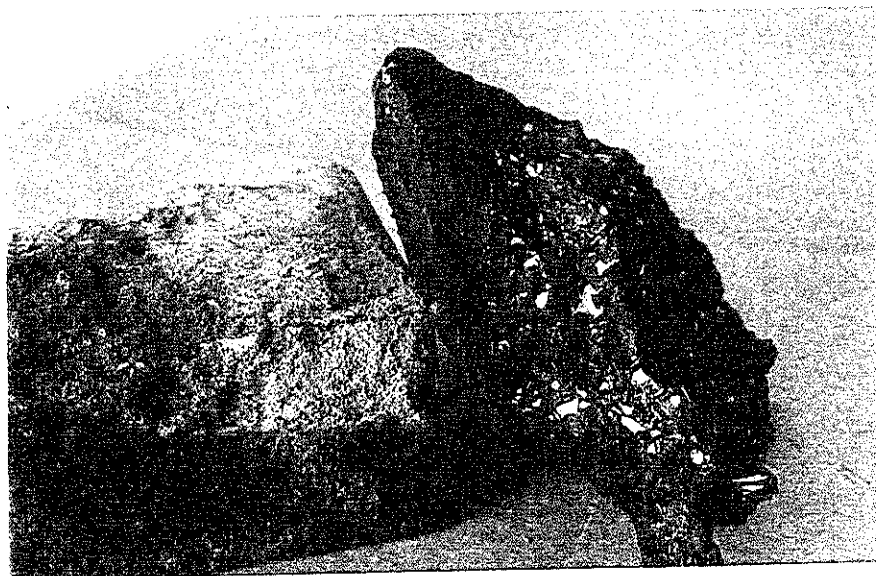


写真 3-5 クリンカ 断面

## 2. 全体的な実験結果

### (1) 炉内ガス中のダイオキシン濃度との相関

#### 1) 温度、滞留時間等の相関

##### ① 燃焼温度 (Data 2-1-1, 2-1-2)

- ・ 燃焼温度と DXN 濃度は、流動層炉で相関が見られる。
- ・ ロータリーキルン+ストーカ炉では相関が見られない。

##### ② 塩化水素濃度 (Data 2-1-3, 2-1-4, 2-5-2, 2-5-3)

HCl 濃度と DXN 濃度については、相関が見られる。

- ・ ロータリーキルン+ストーカ炉では、大きな相関が見られる。特に HCl 濃度が  $100 \text{ mg/m}^3_{\text{N}}$  以下で DXN 濃度との大きな相関が見られる。
- ・ 流動層炉での相関は中間のデータがないため判断しにくい。

##### ③ 一酸化炭素濃度 (Data 2-1-5, 2-1-6)

CO 濃度と DXN 濃度の相関は、微妙である。

- ・ ロータリーキルン+ストーカ炉では相関は見られない。
- ・ 流動層炉では相関が見られる。ただし、プロット数が少ないことと低濃度の測定値であることには注意が必要である。

##### ④ 滞留時間 (Data 2-1-7, 2-1-8)

- ・ 滞留時間と DXN 濃度は相関が見られる。特に、流動層炉の廃プラ実験において、顕著な相関が見られる。
- ・ ロータリーキルン+ストーカ炉では相関が見られない。

##### ⑤ その他 (Data 2-1-19, 2-1-20)

- ・ 炉内ガス中の DXN 濃度と飛灰 DXN 濃度ははっきりした相関が見られる。

#### 2) Co-PCB 及び前駆物質との相関

##### ① コプラナ PCB (Data 2-6-2)

Co-PCB 濃度と DXN 濃度ははっきりした相関が見られる。

##### ② クロロベンゼン (Data 2-6-4, 2-6-9, 2-6-12)

CBz 濃度と DXN 濃度はブランクテストの結果も含めてはっきりした相関が見られる。

CBz の対象を H6CBz のみ、もしくは分析上エラーの出やすい M1CBz、D2CBz を除いた残りの4種に変えても、相関ははっきりと現れた。

##### ③ クロロフェノール (Data 2-6-6)

CPh 濃度と DXN 濃度はブランクテストの結果も含めてはっきりした相関が見られる。

##### ④ 多環芳香族炭化水素 (PAH) (Data 2-2-7~2-2-10)

- ・ ロータリーキルン+ストーカ炉では PAH 全量での相関はなかった。しかしナフタレンを除いた PAH では相関が見られる。
- ・ 流動層炉では両極端なデータのみのため相関は微妙。

##### ⑤ その他 (Data 2-2-11, 2-2-12, 2-6-15, 2-6-16)

DXN-TOX

- ・ ロータリーキルン+ストーカ炉では相関はない。ただし RUN 3-2 のデータ

を除いた場合に相関が大きく改善される。

- ・流動層炉では相関が見られる。

(2) 飛灰未燃カーボン濃度との相関

①飛灰ダイオキシン (Data 2-3-3, 2-3-4)

飛灰 DXN 濃度と飛灰未燃カーボンは、ロータリーキルン+ストーカ炉では相関が見られるが、流動層炉では相関が見られない。ただし流動層炉では未燃カーボンの値が非常に小さい。

②主灰ダイオキシン (Data 2-3-5)

主灰 DXN 濃度と飛灰未燃カーボンの相関ははっきりしない。

(3) その他

①TOX-HCl (Data 2-8-1)

- ・ロータリーキルン+ストーカ炉では相関が見られない。
- ・流動層炉ではデータが両極端であり相関は判断しにくい。

②TOX-CBz (Data 2-8-2, 2-8-3)

- ・ロータリーキルン+ストーカ炉では相関が見られない。
- ・流動層炉ではデータが両極端であり相関は判断しにくい。

③TOX-CPh (Data 2-8-4, 2-8-5)

- ・ロータリーキルン+ストーカ炉では相関が見られない。
- ・流動層炉ではデータが両極端であり相関は判断しにくい。

④多変量解析

- ・PAH-TOX や Cl-CO については、今後さらなる解析が課題である。

(4) 相関関係

相関関係の一覧を以下の表に示す。

表 3-11 相関関係一覧表

	炉内ガス DXN 濃度		
	ロータリーキルン+ストーカ炉	流動炉	全体
HCl 濃度	○	?	○
CO 濃度	×	○	?
滞留時間	○	◎	○
燃焼温度	△	○	—
炉内流速	×	△	×
CBz	◎	◎	◎
CPh	◎	◎	◎
Co-PCB	◎	◎	◎
飛灰 DXN 濃度	◎	◎	◎
飛灰未燃カーボン	○	×	—
PAH	△	?	—
TOX	×	○	—

記号 ◎：大いにあり

○：あり

△：部分的にあり (例：「炉出口では」、「廃油系廃棄物では」などの条件付)

×：なし

？：微妙

—：不明

(5) 活性炭及びアンモニアの効果

活性炭注入の効果はあるが、ばらつきが見られた。

アンモニアの炉内注入は、適正な燃焼時には効果が見られた。

(6) 臭素化ダイオキシンについて

ロータリーキルン+ストーカ炉で、木くずの燃焼において臭素化ダイオキシンの分析を行ったが、ほとんど検出されなかった。

### 3. 考察

#### (1) DXN と他のパラメータとの相関について

CBz 濃度、CPh 濃度および Co-PCB 濃度は炉内ガス中の DXN 濃度との正の相関が見られた。このことは特に CBz や CPh といった前駆物質は炉内ガス中の DXN 生成量を代表させるパラメータとして有効であると思われる。

#### (2) ロータリーキルン+ストーカ炉と流動層炉との比較

##### 1) 炉内の塩素分蓄積

ロータリーキルン+ストーカ炉の RUN 1, RUN 2 に関しては、排ガス中の HCl 量は焼却物由来の Cl 量以上の値を示した。焼却物以外の原因が寄与していると考えられる。そこでブランクテストを行ったところ、ロータリーキルン+ストーカ炉では焼却物がないにも関わらず HCl, DXN が検出された。これはブランクテスト実施前の廃プラスチック 700℃ 燃焼実験 (RUN 4-1 及び 4-2) の際に発生した塩素分などが炉内に蓄積されていることが考えられる。その結果から、RUN 1 と RUN 2 ではバックグラウンドの影響が顕著に現れたと考えられる。

特に RUN 2 と RUN 5 を比較した場合に、同じ焼却物でも炉によって DXN 発生量に 1~2 桁の違いが生じており、炉内の塩素分蓄積の影響が見てとれる。これらの蓄積は炉材及びクリンカへの吸着だと考えられ、国立環境研究所の安原氏の研究においても同様の現象が見られたということが報告されている。

##### 2) 焼却対象物

廃棄物の燃焼には、焼却対象物に合った焼却炉形式の選定が非常に重要である。実験用廃棄物の中で、見かけ比重が小さく粒径も小さいといった飛散し易い物は、ロータリーキルン+ストーカ炉では適性燃焼できなかった。

今回の実験対象物では、適正な焼却炉形式は

- |           |                                  |
|-----------|----------------------------------|
| ・木くず ……   | ストーカ炉あるいは、流動層炉が適性                |
| ・コーヒー粕……  | 流動層炉が適性                          |
| ・廃油系廃棄物…  | ロータリーキルン炉が適性                     |
| ・廃プラスチック… | 今回の物では流動層炉が適性 (本来はロータリーキルン炉も適する) |

##### 3) DXN 等の発生量

ロータリーキルン+ストーカ炉では、焼却対象物の形状が細片である時、ロータリーキルンの主燃焼部から、2次燃焼ゾーンに焼却物が飛散し未燃状態となり、多量の DXN を発生している。

この傾向は、特に廃プラスチックで顕著であり、木くず、コーヒー粕でも傾向が見られる。

一方、流動層炉では、飛散し易いコーヒー粕、廃プラスチック共、適正な燃焼ができています。

以上の結果は、飛灰中の未燃カーボンと DXN 濃度に現れており、

- ①ロータリーキルン+ストーカ炉では、大きな相関が見られる。
- ②流動層炉では相関が見られない。つまり、適正な燃焼が出来れば DXN 発生量は低減できる。

## 第4章 まとめ 及び DXN の排出抑制方策と今後の課題

### 1. まとめ

平成 10 年度及び 11 年度を通して、産業廃棄物の焼却処理に伴う DXN の発生メカニズムを検討してきた。平成 10 年度では文献調査と実稼働の産業廃棄物焼却炉の排出実態調査を行い、通常運転における DXN の排出量とその関連物質を調査し、そのメカニズム解明にあたったが、系統だったデータ収集が困難であった。そこで、平成 11 年度はパイロットプラントを用い、各種条件を設定することで、系統だったデータの集積を行った。

これらの結果をまとめると次のようになる。

#### (1) 燃焼温度による排出抑制

一般的には、燃焼温度が高温である方が炉から排出される DXN 量は減少するとされている。

本研究では、比較的安定な燃焼が出来た流動層炉で相関があり、燃焼温度上昇により炉内ガス中の DXN の排出抑制に効果が見られた。一方、ロータリキルン+ストーカ炉では予備テストによる HCl の蓄積や、見かけ比重が小さい焼却物の飛散による影響を受け、相関は見られなかった。

#### (2) CO による排出抑制

一般的には、焼却炉から排出される CO 濃度が低い方が炉内ガス中の DXN 濃度は減少するとされている。

本研究では、比較的安定な燃焼が出来た流動層炉で相関があり、CO 濃度が低いほど炉内ガス中の DXN の排出量が低いという結果が得られた。ただしプロット数が少ないことと低濃度の測定値であることには注意が必要である。

#### (3) 滞留時間による排出抑制

一般的には、炉内での滞留時間が長い方が炉から排出される DXN 量は減少するとされている。

本研究では、比較的安定な燃焼が出来た流動層炉で顕著な相関があり、滞留時間が長いほど炉内ガス中の DXN の排出抑制に効果が見られた。

一方、ロータリキルン+ストーカ炉では予備テストによる HCl の蓄積や、見かけ比重が小さい焼却物の飛散により影響を受け、相関は見られなかった。

#### (4) DXN と相関のある物質による排出抑制

平成 10 年度の実態調査を踏まえて、平成 11 年度に分析項目を追加し確認したが、炉内ガス中の DXN 濃度と、Co-PCB 濃度は大きな相関がある。



このため、炉内の Co-PCB 低減は炉内ガス中の DXN 抑制に、大きな効果がある。

(5) 前駆物質の指標による排出抑制

平成 10 年度の実態調査を踏まえて、平成 11 年度に分析項目を追加し確認したが、炉内ガス中の DXN 濃度と、CBz 濃度、CPh 濃度は、大きな相関がある。

このため、炉内ガス中の CBz 濃度あるいは CPh 濃度を測定し炉内ガス中の DXN 濃度を予測できる見通しを得た。

(6) ばいじん、灰中の DXN の抑制

炉内ガス中の DXN 濃度と飛灰 DXN 濃度は、大きな相関がある。このため、炉内ガス中の DXN 低減は飛灰中の DXN を含めた系外排出 DXN 抑制に、大きな効果がある。但し、主灰中の DXN 濃度との相関は明確ではなかった。

(7) 焼却対象物による排出抑制

流動層炉では、ほとんど HCl を発生しないコーヒ粕と HCl を多量に発生する廃プラスチックでは DXN 排出量に極端な差が見られた。

一方、ロータリキルン+ストーカ炉では予備テストによる HCl の蓄積や、見かけ比重が小さい焼却物の飛散による影響を受けたが、HCl 濃度が  $100 \text{ mg/m}^3_{\text{N}}$  以下の場合、HCl 濃度と DXN 濃度は相関が見られた。

(8) 燃焼方式による排出抑制

燃焼方式と焼却対象物が適合していたコーヒ粕、廃プラスチックにおいては滞留時間の長い RUN において、また燃焼温度の高い RUN において炉内ガス中の DXN 濃度が低減されていた。

一方、ロータリーキルン+ストーカ炉では予備テストによる HCl の蓄積や、見かけ比重の小さい焼却物の飛散による影響を受け、滞留時間の長い RUN や燃焼温度の高い RUN においても、炉内ガス中の DXN 濃度の低減効果が得られなかった。

このことから焼却対象物に適合する燃焼方式を選定することの重要性が改めて確認されたと言える。

## 2. DXN の排出抑制方策

前述の結果を踏まえ、以下の排出抑制方策が考えられる。

### (1) DXN や Cl の炉内への蓄積の抑制

結果から、高濃度の DXN や HCl が発生する実験では、炉材やクリンカ中への DXN や HCl の蓄積が見られた。これらの蓄積は高温で長時間運転を行うことにより徐々に放出されて減少していくので、実機においても高温での連続運転が望ましい。

### (2) 焼却対象物による発生抑制

産廃では一廃より不規則的な混焼をすることが前提にあり、燃焼状態が不安定。これを改善するには、助燃の使用、焼却物の混合攪拌による安定化、定量供給が必要。

### (3) 前駆物質 (CBz、CPh) による維持管理

結果から判断すると、非常に有望。しかし煙突出口のデータではないので、集塵機による影響や大気排出で考えた場合にはデータ追加が必要。骨格のベンゼンは揮発性であるので分析方法・精度には注意を要する。

### (4) 運転管理等による改善

ロータリーキルン+ストーカ炉では未燃物の飛散があった。焼却物の性状・状態を考慮することと、飛散しやすいものを対象とするなら流動層炉を選び、滞留時間を延ばすべき。運転管理としては定期的なクリンカ除去、焼却物の安定供給、混合比を安定させるべく貯留容量の確保などが必要。

### 3. 今後の課題

平成 10 年度、11 年度で把握できなかった項目は、下記の通りであり、より定性的・定量的なデータを得るためには、ベンチスケールでのテストによる確認が必要と考えられる。

- (1) 燃焼温度による排出抑制の明確化
- (2) 滞留時間による排出抑制の明確化
- (3) CO による排出抑制の明確化
- (4) 燃焼方式による排出抑制の明確化
- (5) 焼却対象物による排出抑制の明確化
- (6) 低温域における前駆物質と DXN の相関の明確化

資料集

データ集