

- ・ 研究課題名＝低濃度 PCB 汚染物の焼却処理に関する研究
- ・ 研究番号 ＝ K 2 1 0 3

- ・ 国庫補助金精算所要額＝ 29,101,000 円

- ・ 研究期間＝2009年4月28日～2010年3月31日

- ・ 研究年度＝2009年度

- ・ 代表研究者＝泉澤秀一（財団法人産業廃棄物処理事業振興財団）

- ・ 共同研究者＝森田昌敏（愛媛大学）、高菅卓三（株式会社島津テクノリサーチ）、松村徹（い
であ株式会社）

- ・ 研究目的＝変圧器等に幅広く使用されてきた PCB は、その毒性から社会問題化し、製造が
中止された。これらは現在、化学的な方式を採用した施設で処理が進められている。と
ころが、平成 14 年に本来 PCB を使用していないとされる変圧器等から低濃度の PCB
に汚染された絶縁油を含むもの（低濃度 PCB 汚染物）が大量に存在することが明らか
になったことから、化学的処理方式に代わる安価で確実な処理の早期実現が求められて
いる。本研究では、既設の産業廃棄物焼却施設でこれらを焼却処理し、生活環境に影響
を及ぼさない処理条件を明らかにすることを目的とする。本年度は、微量の PCB を含
む廃活性炭、防護服、ウエス、汚泥等を容器に入れ、既設の産業廃棄物焼却炉に投入し
て、1,100℃以上（ガス滞留時間 2 秒以上）の条件で焼却処理し、排出される排ガス、
排水、処理後の残渣等、並びに施設周辺大気に含まれる PCB やダイオキシン類等の濃
度を分析して、安全かつ確実に処理されるかを確認する。

- ・ 研究方法＝本研究では、現在設置・稼動している産業廃棄物焼却施設を用いて、低濃度 PCB
汚染物の焼却実証試験を以下の通り実施した。
 - 1) 実施場所
 - (1) 株式会社クレハ環境
福島県いわき市錦町四反田 30
 - (2) 光和精鉱株式会社戸畑製造所
福岡県北九州市戸畑区中原 46-93
 - 2) 実施時期
 - (1) クレハ環境株式会社
平成 21 年 12 月 23 日（水）～25 日（金）
 - (2) 光和精鉱株式会社戸畑製造所
平成 22 年 1 月 13 日（水）～15 日（金）

3) 試験施設

(1) 株式会社クレハ環境

- ・ロータリーキルン式焼却炉

(2) 光和精鉱株式会社戸畑製造所

- ・ロータリーキルン式焼却炉
- ・固定床炉（通常は空ドラム缶プレス品を焼却している台車式バッチ炉）
固定床炉の排ガスはロータリーキルン式焼却炉の二次燃焼炉に導入

(3) 各試験施設の概要を表1に示す。

表1. 焼却施設の概要

試験施設設置者	(株)クレハ環境	光和精鉱(株)	
施設の種類	産業廃棄物（廃油、廃液、廃プラ、汚泥等）及び特別管理産業廃棄物の焼却施設	産業廃棄物（汚泥、廃油、廃酸、廃アルカリ、廃プラ、紙くず、木くず、繊維くず、動植物性残渣、金属くず、ガラスくず等）	
焼却炉形式	ロータリーキルン式焼却炉	焼却設備	ロータリーキルン式焼却炉
		加熱しガスを発生させる設備	固定床炉（台車式バッチ炉 炉内温度 850℃以上）
燃焼ガス温度 （ロータリーキルン式焼却炉の二次燃焼炉内温度）	1,100℃以上	1,100℃以上	
燃焼ガス滞留時間	2 秒以上	2 秒以上	
処理能力	混焼能力：130.68 トン/日 固形物：87.6 トン/日（67%） 廃油：23.5 トン/日（18%） 廃液：19.6 トン/日（15%）	汚泥：262 m ³ /日 廃油：112 m ³ /日 廃プラ：64 t/日 廃アルカリ：155 m ³ /日 紙くず：112 t/日	
通常処理している主な廃棄物の種類とその概ねの割合	日処理量平均 130 トン/日 汚泥：33% 木くず：0.1% 動植物性残渣：0.6% 廃プラスチック：14% 廃油：18% 廃酸・廃アルカリ：17% 感染性廃棄物：16% その他：1.3%	日処理量平均 208 トン/日 汚泥：135 トン/日（65%） 廃油：43 トン/日（21%） 廃プラ：30 トン/日（14%）	
焼却試験時に焼却したその他の廃棄物量	汚泥：13.9 トン/6h 感染性廃棄物：9.1 トン/6h 助燃油：11.3 トン/6h	汚泥、廃プラ：41.4 トン/7h 廃油：12.4 トン/7h 廃液：41.7 トン/7h	
設置年月日	平成9年7月1日	ロータリーキルン式焼却炉	平成14年9月20日
		固定床炉	

4) 試験試料

(1) (株) クレハ環境

- ・ 廃 PCB 等の処理を行う事業所で発生した廃活性炭、防護具等

40 リットルのプラスチック容器 200 個に収納

試験試料の種類と量、及び PCB 濃度を表 2 に示す。また、試験試料の例として廃活性炭とマスク吸収体の写真を図 1, 2 に示す。

表 2. 試験試料の種類と量、及び PCB 濃度

種 類	試料量		PCB 濃度 (mg/kg)	
	40L プラ容器 個数	重量 (kg) (容器含まず)		
廃活性炭	172	3,423	49.1 (0.2 ~ 100)	
防 護 具 等	化学防護服	12	64	40.3 (5.1 ~ 66)
	マスク面体	0	3	3.3 (3.3)
	マスク吸収体	10	66	2.6 (0.6 ~ 3.4)
	インナー手袋	2	19	1.7 (1.7)
	安全靴	2	20	118.6 (118.6)
	アルコールティッシュ	2	10	4.3 (4.3)
	小計	28	182	28.8 (0.6 ~ 118.6)
合 計	200	3,605	48.0 (0.2 ~ 118.6)	



図 1. 廃活性炭



図 2. マスク吸収体

(2) 光和精鉱 (株)

A. ロータリーキルン式焼却炉用試験試料

- ・ 廃 PCB 等の処理を行う事業所で発生した廃活性炭、防護具等

20 リットルのプラスチック容器 180 個に収納

試験試料の種類と量、及び PCB 濃度を表 3 に示す。

表 3. ロータリーキルン式焼却炉用試験試料の種類と量、及び PCB 濃度

種類	試料量		PCB 濃度 (mg/kg)	
	20L プラ容器 個数	重量 (kg) (容器含まず)		
廃活性炭	152	1,506	68.3 (1.8 ~ 170)	
防護具等	化学防護服	4	9	56.1 (8.9 ~ 82)
	マスク面体	4	24	43.0 (19.0 ~ 67)
	マスク吸収体	6	18	22.3 (0.5 ~ 74)
	インナー手袋	6	23	93.4 (1.6 ~ 220)
	安全靴	4	16	2.5 (1.3 ~ 4.3)
	アルコールティッシュ	4	8	1.6 (0.4 ~ 4.2)
	小計	28	98	42.6 (0.4 ~ 220)
合計	180	1,604	66.8 (0.4 ~ 220)	

B. 固定床炉用試験試料

- ・試験試料①：絶縁油が入ったままの 50kVA コンデンサ 3 個（碍子を切断）
- ・試験試料②：200 リットル鋼製ドラム缶 2 本に収納したウエス等（蓋を開放）
- ・試験試料③：オイルパン（1m×1m×0.2m）2 枚に展開した廃活性炭
- ・試験試料④：オイルパン（1m×1m×0.2m）4 枚に展開した汚泥

試験試料①、③、④は、固定床炉内で効率よく加熱処理を行うため、活性炭付き局所排気装置を備えた簡易の飛散防止用ビニルハウス（以下、作業ブースという。）内で碍子の切断、オイルパンへの展開等の作業を行った。

試験試料の種類と量、および PCB 濃度を表 4 に示す。また、試験試料の写真を図 3 ~ 6 に、固定床炉内に配置した試験試料の写真を図 7 に示す。

表 4. 固定床炉用試験試料の種類と量、及び PCB 濃度

種類	試験日	容器	試料量 (kg)	PCB 濃度 (mg/kg)
コンデンサ	1/14	1 個 No.1	160	No.1 9.6
	1/15	2 個 No.3 No.5	31 80	No.3 5.6 No.5 3.5
ウエス等	1/14	ドラム缶 1 本 No.1	36	No.1 3.8
	1/15	ドラム缶 1 本 No.2	38	No.2 0.24
廃活性炭	1/14	オイルパン 1 枚 ①	約 50	① 79
	1/15	オイルパン 1 枚 ②	約 50	② 79
汚泥	1/14	オイルパン 2 枚 ①-1	約 100	①-1 110
		①-3		①-3 110
	1/15	オイルパン 2 枚 ①-2 ②	約 100	①-2 110 ② 60



図 3. 炉投入前のコンデンサ



図 4. ウェス等が入ったドラム缶



図 5. オイルパンに広げた廃活性炭



図 6. オイルパンに広げた汚泥



図 7. 固定床内に配置した試験試料

5) 試験日及び試験内容

(1) (株)クレハ環境

① 1日目 (12月23日) 通常運転

通常受け入れている産業廃棄物の焼却している状態で所要の調査を実施した(試験試料は焼却せず)。なお、同焼却炉の二次燃焼炉は $1,100^{\circ}\text{C}$ 以上を保持した。

② 2日目 (12月24日) 本試験1日目

試験試料を収納したプラスチック容器を10時から16時まで1時間に16~17個の割合で合計100個を投入して焼却し(産業廃棄物と混焼)、その間に所要の調査を実施した。試験試料のプラスチック容器は、他の産業廃棄物を載せた投入コンベアに1個ずつ混載させてロータリーキルン入口へ投入した。なお、同焼却炉の二次燃焼炉は $1,100^{\circ}\text{C}$ 以上を保持した。

③ 3日目 (12月25日) 本試験2日目

再現性をみるため、2日目(本試験1日目)と同様の試験を実施した。

(2) 光和精鉱(株)

① 1日目(1月13日) 通常運転

通常受け入れている産業廃棄物をロータリーキルン式焼却炉で焼却している状態で所要の調査を実施した(試験試料は焼却せず)。なお、同焼却炉の二次燃焼炉は1,100℃以上を保持し、固定床炉は運転しなかった。

② 2日目(1月14日) 本試験1日目

試験試料を収納したプラスチック容器を10時から16時まで1時間に15個の割合で合計90個を投入して焼却し(産業廃棄物と混焼)、その間に所要の調査を実施した。試験試料の投入では、プラスチック容器を1個ずつ投入コンベアに載せてロータリーキルン入口へ投入した。

固定床炉では、表4に示す試験試料を配置して扉を閉め、10時にバーナーを点火した。その後、約1時間かけて昇温し、炉内温度を850℃以上に保持して17時まで約6時間加熱した。発生するガスはロータリーキルン式焼却炉の二次燃焼炉に送って1,100℃以上で焼却処理した。その後、固定床炉を冷却して、翌日に試験試料を取り出した。

③ 3日目(1月15日) 本試験2日目

再現性をみるため、2日目(本試験1日目)と同様の試験を実施した。

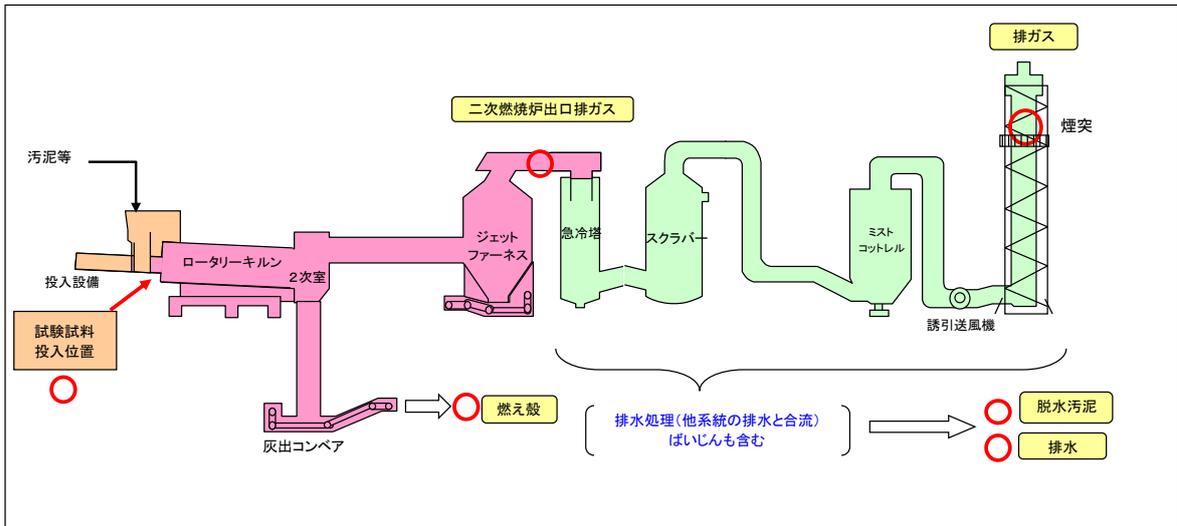
④ 1月16日 加熱処理後の試験試料の分析用試料採取

固定床炉から取り出した加熱処理後の分析用試料のサンプリングを行った。コンデンサは解体して内部部材を分析用に採取した。

6) サンプリング位置

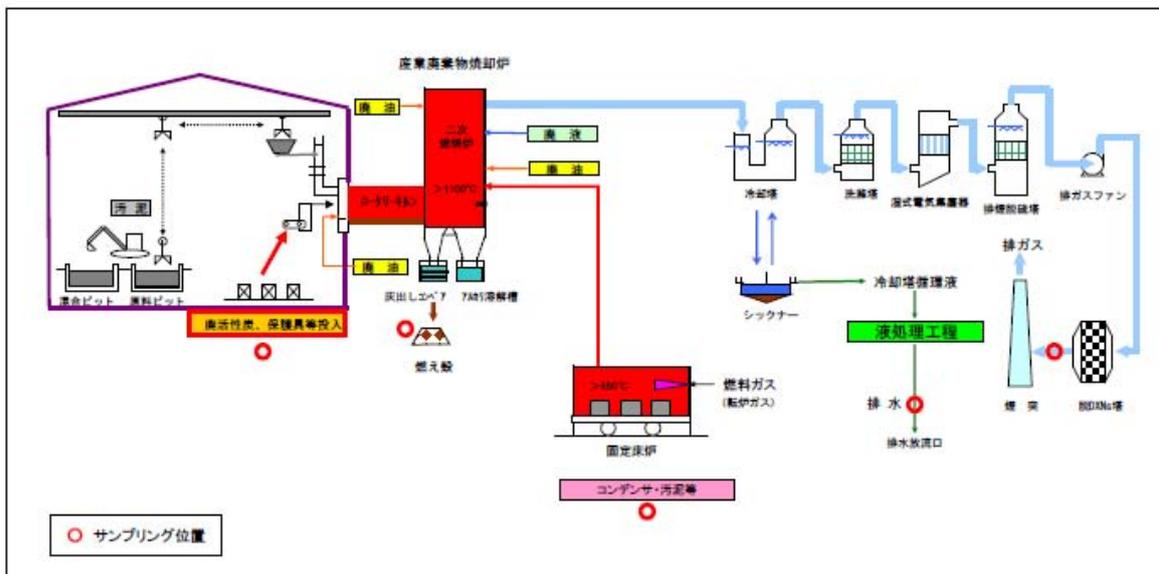
(株)クレハ環境と光和精鉱(株)のサンプリング位置を図8、9に示す。

- ① 試験試料 : 所有者の保管場所
- ② 排ガス : 二次燃焼炉出口 ((株)クレハ環境のみ)
および煙突のノズル (光和精鉱(株)では煙突直前煙道)
- ③ 排水 : 排水処理施設 (光和精鉱(株)では排水放流口)
- ④ 燃え殻 : (株)クレハ環境 … 7号焼却炉燃え殻保管所
光和精鉱(株) … 灰貯留場
- ⑤ ばいじん(脱水汚泥) : 汚泥の脱水施設 ((株)クレハ環境のみ)
- ⑥ 敷地境界 : 東西南北4ヶ所
- ⑦ 周辺大気 : (株)クレハ環境 … (株)クレハ環境定点測定場所
光和精鉱(株) … 若松観測局



○ サンプル位置

図 8. (株)クレハ環境におけるサンプリング位置



○ サンプル位置

図 9. 光和精鋅(株)におけるサンプリング位置

7) 分析項目

試験試料を焼却することによって生ずる排ガス、排水、燃え殻等に含まれる PCB 及びダイオキシン類（以下、DXNs という。）の濃度を測定することにより、PCB が確実に分解されていること、及び DXNs 濃度等が生活環境の保全上支障を生ずるおそれがないものであることを確認した。なお、炉内の温度・圧力及び排ガス中の酸素、一酸化炭素、硫黄酸化物、ばいじん、塩化水素、窒素酸化物の濃度も測定した。また、試験期間中は敷地境界において、大気中の PCB 濃度を測定した。さらに、排出ガス中の DXNs 濃度等の影響を確認するため、定期的に測定を行っている施設直近の観測地点において、大気中の PCB 濃度と DXNs 濃度を測定した。

光和精鋅(株)における固定床炉での各種試験試料の加熱処理試験では、残渣物に含まれる PCB 及び DXNs 濃度と PCB の溶出濃度、並びに容器内壁の拭取り試験による PCB

濃度を測定した。

8) 測定方法

PCB 及び DXNs の測定は、HRGC-HRMS を使用して行うものとするが、HRGC-HRMS を用いる公定法があるものについてはその方法により、ないものについては分析機関において一般的に用いられている方法により実施した。

・ 結果と考察＝

1) 運転結果

(1) (株)クレハ環境

12月24日と12月25日に試験試料が焼却されている時間帯の二次燃焼室出口温度（試験試料はロータリーキルン入口に投入）は、図10に示される通り1,100℃を超えており（1,136℃～1,290℃）、ガス滞留時間も2秒以上（4.8秒～5.0秒）が確保されていた。

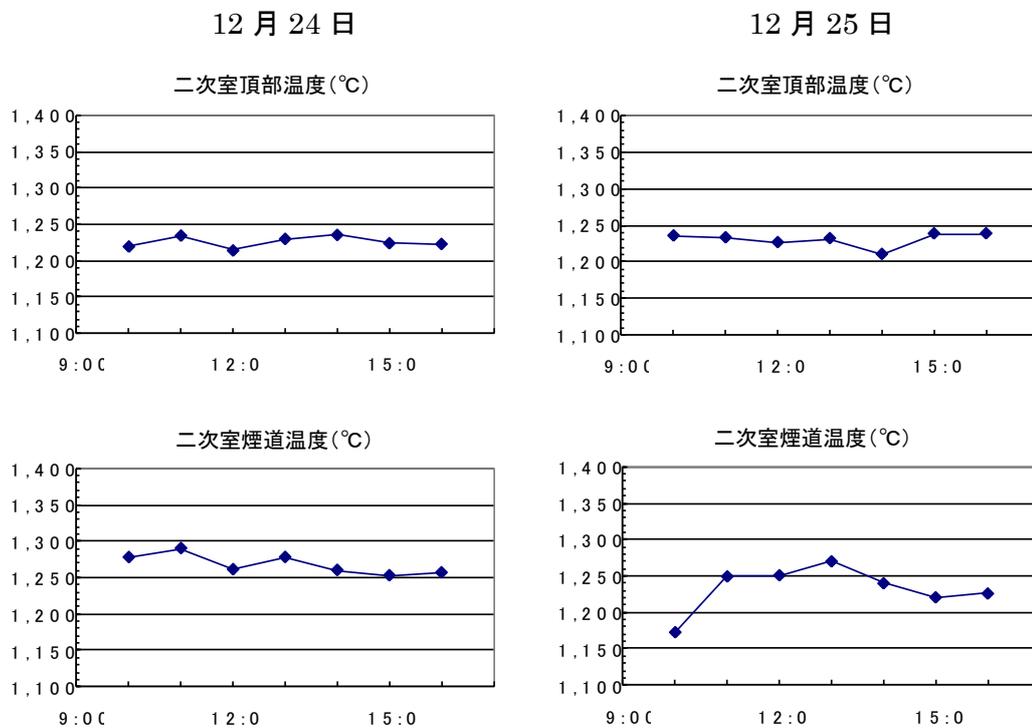


図10. (株)クレハ環境における二次燃焼炉温度の推移

(2) 光和精鉱(株)

① ロータリーキルン式焼却炉での運転状況確認

1月14日と1月15日に試験試料が焼却されている時間帯の二次燃焼炉出口温度は、図11に示すように1,100℃を超えており（1,136℃～1,223℃）、ガス滞留時間も2秒以上（3.0秒～3.1秒）が確保されていた。

1月14日

1月15日

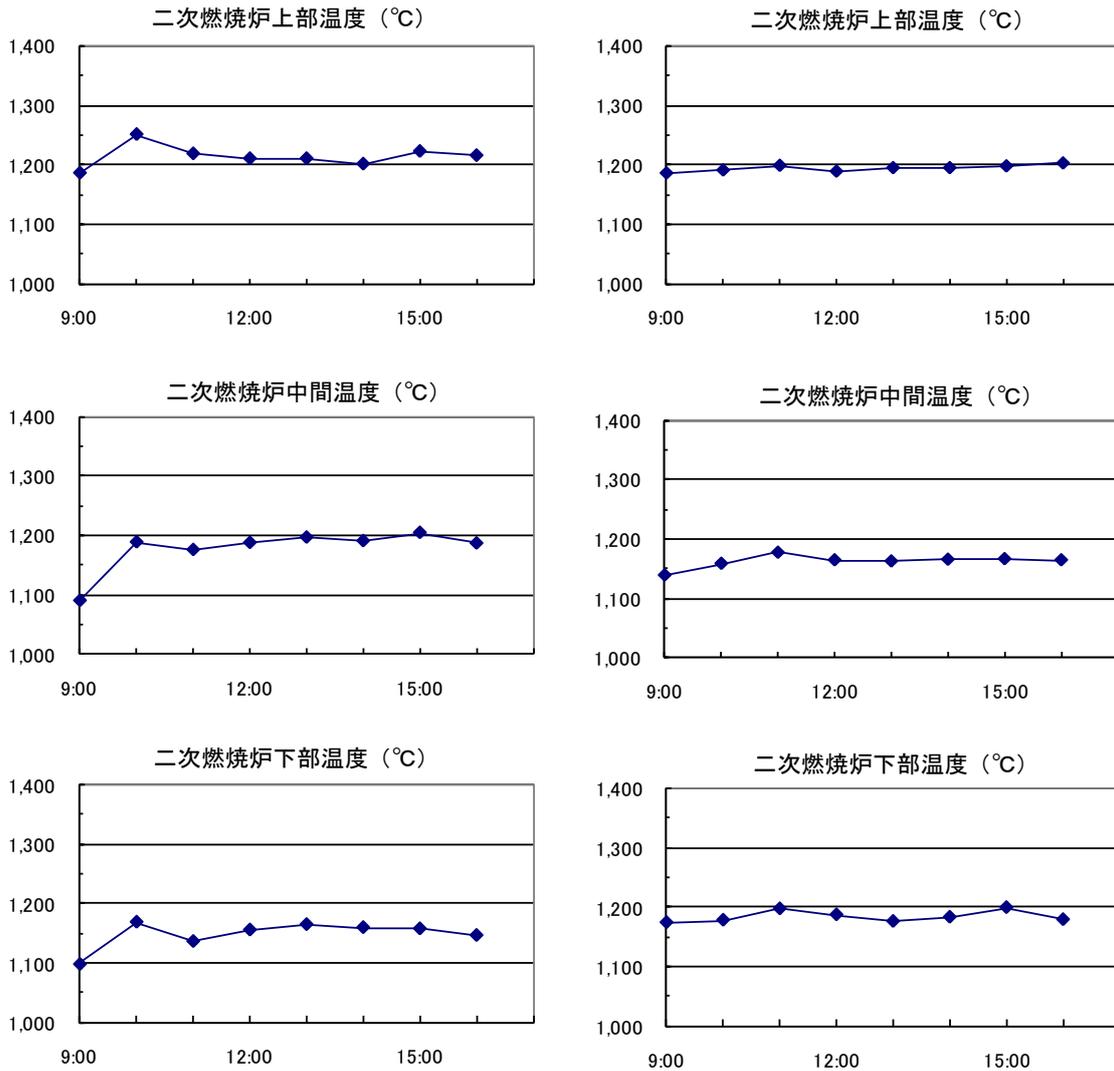


図 11. 光和精鉱(株)における二次燃焼炉温度の推移

② 固定床炉での運転状況の確認

固定床炉内の温度は、炉内上部に常設された温度計で測定した。これに加え試験試料のコンデンサ、ウエス等入りドラム缶、廃活性炭及び汚泥の内部にそれぞれ熱電対温度計を装入して測定した。

固定床炉の加熱開始後の炉内各温度推移を図 12 に示す。炉内温度は両日ともに約 1 時間で 850°C に達し、その後約 6 時間にわたりその温度が保持された。

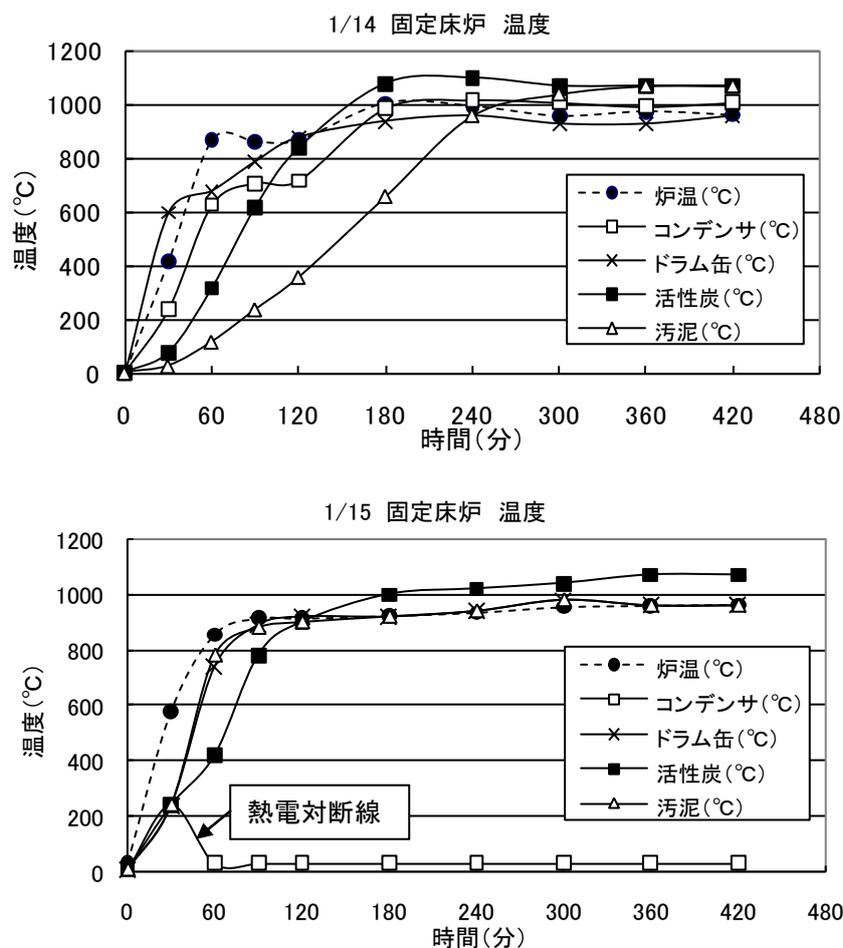


図 12. 固定床炉内の温度及び試験試料内温度の推移

本試験 1 日目 (1 月 14 日) のウエス等入りドラム缶の内部の温度は、炉内温度とほぼ同じ昇温傾向を示した。一方、コンデンサの内部や廃活性炭の内部の温度は少し遅れて上昇し、汚泥の内部の温度はさらに遅れて約 4 時間で 850°C に達したが、いずれの試験試料も 850°C 以上で約 3 時間以上保持された。

本試験 2 日目 (1 月 15 日) には、コンデンサ内の熱電対温度計が昇温開始後約 30 分で断線して温度の計測が不能となったが、他の試験試料内部の温度は炉内温度に対しほぼ同じ速度で昇温した。この日は汚泥の内部の温度も大きく遅れることなく昇温し、いずれも約 2 時間で 850°C に達して、約 5 時間保持された。

2) 分析結果

(1) (株)クレハ環境

PCB 及び DXNs 濃度の分析結果一覧を表 5 に示す。

表 5. (株)クレハ環境 PCB 及び DXNs 濃度分析結果一覧

調査項目	分析項目	単位	12/23 通常 運転	12/24 本試験 1日目	12/25 本試験 2日目	基準値等	
二次燃焼炉 出口排ガス	PCB	ng/m ³ N (O ₂ 濃度 12%換算)	16	25	12	—	
	DXNs	pg-TEQ/m ³ N (O ₂ 濃度 12%換算)	280	240	100	—	
煙突排ガス	PCB	ng/m ³ N (O ₂ 濃度 12%換算)	13	12	13	100,000	
	DXNs	pg-TEQ/m ³ N (O ₂ 濃度 12%換算)	52	41	37	1,000	
排水	PCB	ng/L	0.32	0.20	0.41	3000	
	DXNs	pg-TEQ/L	0*	0.021	0.000068	10	
燃え殻 (含有試験)	PCB	ng/g	0.37	0.37	0.36	—	
	DXNs	pg-TEQ/g	16	9.6	17	3,000	
燃え殻 (溶出試験)	PCB	mg/L	—	<0.0003	<0.0003	0.003	
脱水汚泥 (ばいじん) (含有試験)	PCB	ng/g	2.5	2.2	2.0	—	
	DXNs	pg-TEQ/g	220	160	160	3,000	
脱水汚泥 (ばいじん) (溶出試験)	PCB	mg/L	—	<0.0003	<0.0003	0.003	
敷地 境界	東 西 南 北	PCB	ng/m ³ (20°C, 101.3kPa)	0.27	0.23	0.36	500
				0.15	0.097	0.11	
				0.20	0.10	0.14	
				0.13	0.068	0.073	
周辺大気	PCB	ng/m ³ (20°C, 101.3kPa)	0.084	0.044	0.076	500	
	DXNs	pg-TEQ/m ³ (20°C, 101.3kPa)	0.021	0.0083	0.017	0.6	

* 定量下限値未満のものは0(ゼロ)として算出しているため

① 煙突排ガス中の PCB 及び DXNs 濃度

煙突排ガス中の PCB 濃度は、通常運転時、本試験 1 日目、本試験 2 日目において、それぞれ 13、12、13 ng/m³ であって、基準値等 (100,000ng/m³) を十分に下回っていた。また、煙突排ガス中の DXNs 濃度も同様に、それぞれ 52、41、37 pg-TEQ/m³N であって、基準値 (1,000pg-TEQ/m³N) を十分に下回っていた。

② 排水中の PCB 及び DXNs 濃度

排水中の PCB 濃度は、通常運転時、本試験 1 日目、本試験 2 日目において、それぞれ 0.32、0.20、0.41 ng/L であって、基準値 (3,000ng/L) を十分に下回っていた。また、排水中の DXNs 濃度についても同様に、それぞれ定量下限未満、0.021、0.000068 pg-TEQ/L であって基準値 (10 pg-TEQ/L) を十分に下回っていた。

③ 燃え殻中の PCB 及び DXNs 濃度

燃え殻中の PCB 含有濃度は、通常運転時、本試験 1 日目、本試験 2 日目において、それぞれ 0.37、0.37、0.36ng/g であった。また、燃え殻中の DXNs 含有濃度についても同様に、それぞれ 16、9.6、17 pg-TEQ/g であって、基準値 (3,000pg-TEQ/g) を十分に下回っていた。さらに、本試験時における燃え殻中の PCB 溶出濃度はいずれも定量下限値 (0.0003 mg/L) 未満であり、基準値 (0.003 mg/L) を下回っていた。

④ ばいじん中の PCB 及び DXNs 濃度

ばいじん (脱水汚泥) 中の PCB 含有濃度は、通常運転時、本試験 1 日目、本試験 2 日目において、それぞれ 2.5、2.2、2.0ng/g であった。また、ばいじん中の DXNs 含有濃度についても同様に、それぞれ 220、160、160 pg-TEQ/g であって、基準値 (3,000pg-TEQ/g) を下回っていた。さらに、本試験時におけるばいじん中の PCB の溶出濃度はいずれも定量下限値 (0.0003 mg/L) 未満であり、基準値 (0.003 mg/L) を下回っていた。

⑤ 敷地境界大気中の PCB 濃度

敷地境界 4 か所における大気中の PCB 濃度は、0.068~0.36 ng/m³ であって、基準値等 (500ng/m³) を十分に下回っていた。

⑥ 敷地外周辺大気中の PCB 及び DXNs 濃度

敷地外周辺大気中の PCB 濃度は、通常運転時、本試験 1 日目、本試験 2 日目において、それぞれ 0.084、0.044、0.076 ng/m³ であって、基準値等 (500 ng/m³) を十分に下回っていた。また、敷地外周辺大気中の DXNs 濃度についても同様に、それぞれ 0.021、0.0083、0.017 pg-TEQ/m³ であって、基準値 (0.6pg-TEQ/m³) を十分に下回っていた。

以上のように、(株)クレハ環境の焼却施設から排出される煙突排ガス、排水、燃え殻及びばいじん (脱水汚泥)、さらには環境大気中の PCB 及び DXNs 濃度は基準値等を大きく下回っており、また、通常運転時と本試験時においても顕著な変化がなかったことから、試験試料の微量の PCB を含む廃棄物を焼却炉に投入したことによるこれら濃度への影響はないことを確認した。

(2) 光和精鉱(株)

PCB 及び DXNs 濃度の分析結果一覧を表 6 に示す。

表 6. 光和精鉱(株) PCB 及び DXNs 濃度分析結果一覧

調査項目		分析項目	単位	1/13 通常運転	1/14 本試験 1 日目	1/15 本試験 2 日目	基準値 等
煙突排ガス		PCB	ng/m ³ N (O ₂ 濃度 12%換算)	8.6	9.0	10	100,000
		DXNs	pg-TEQ/m ³ N (O ₂ 濃度 12%換算)	4.7	6.1	6.2	100
排水		PCB	ng/L	0.88(*)	1.5(*)	0.47(*)	3,000
		DXNs	pg-TEQ/L	0.58(*)	0.86(*)	0.57(*)	10
燃え殻 (含有試験)		PCB	ng/g	11	5.4	1.6	—
		DXNs	pg-TEQ/g	76	47	13	3,000
燃え殻 (溶出試験)		PCB	mg/L	<0.0003	<0.0003	<0.0003	0.003
コンデンサの加熱残渣	コンテナ容器	PCB	μg/100cm ²	—	0.02 (No. 1)	0.07 (No. 3) 0.04 (No. 5)	0.1
	素子等 (含有試験)	PCB	mg/kg	—	0.010 (No. 1)	0.0016 (No. 3) 0.0057 (No. 5)	—
		DXNs	pg-TEQ/g	—	0.31 (No. 1)	2.3 (No. 3) 17 (No. 5)	3,000
	素子等 (溶出試験)	PCB	mg/L	—	<0.0003 (No. 1)	<0.0003 (No. 3) <0.0003 (No. 5)	0.003
ウエス等入りドラム 缶内の加熱残渣 (含有試験)		PCB	mg/kg	—	0.032	0.12	—
		DXNs	pg-TEQ/g	—	1,700	5,300	3,000
ドラム缶内の加熱残渣 (溶出試験)		PCB	mg/L	—	<0.0003	<0.0003	0.003
ドラム缶内壁		PCB	μg/100cm ²	—	<0.01	<0.01	0.1
廃活性炭の加熱残渣 (含有試験)		PCB	mg/kg	—	0.00023	0.00033	—
		DXNs	pg-TEQ/g	—	3.4	5.4	3,000
廃活性炭の加熱残渣 (溶出試験)		PCB	mg/L	—	<0.0003	<0.0003	0.003
汚泥の加熱残渣 (含有試験)		PCB	ng/g	—	1.3 (①-1) 1.0 (①-3)	1.7 (①-2) 1.1 (②)	—
		DXNs	pg-TEQ/g	—	230 (①-1) 140 (①-3)	260 (①-2) 120 (②)	3,000
汚泥の加熱残渣 (溶出試験)		PCB	mg/L	—	<0.0003 (①-1) <0.0003 (①-3)	<0.0003 (①-2) <0.0003 (②)	0.003
敷地境界		PCB	ng/m ³ (20°C, 101.3kPa)	0.079	0.10	0.69	500
				0.091	0.095	0.63	
				0.85	0.89	1.2	
				0.10	0.34	0.92	
敷地外周辺大気		PCB	ng/m ³ (20°C, 101.3kPa)	0.025	0.045	0.14	500
		DXNs	pg-TEQ/m ³ (20°C, 101.3kPa)	0.0095	0.022	0.058	0.6

* 排水のサンプルは、試験の4日後に採取

A. ロータリーキルン式焼却炉の排出物及び環境大気中の PCB 及び DXNs 濃度について

① 煙突排ガス中の PCB 及び DXNs 濃度

煙突排ガス中の PCB 濃度は、通常運転時、本試験 1 日目、本試験 2 日目において、それぞれ 8.6、9.0、10 ng/m³ であって、基準値等 (100,000ng/m³) を十分に下回っていた。また、煙突排ガス中の DXNs 濃度も同様に、それぞれ 4.7、6.1、6.2 pg-TEQ/m³N であって、基準値 (1,000pg-TEQ/m³N) を十分に下回っていた。

② 排水中の PCB 及び DXNs 濃度

排水中の PCB 濃度は、通常運転時、本試験 1 日目、本試験 2 日目において、それぞれ 0.88、1.5、0.47 ng/L であって、基準値 (3,000ng/L) を十分に下回っていた。また、排水中の DXNs 濃度についても同様に、それぞれ 0.58、0.86、0.57 pg-TEQ/L であって基準値 (10 pg-TEQ/L) を十分に下回っていた。

③ 燃え殻中の PCB 及び DXNs 濃度

燃え殻中の PCB 含有濃度は、通常運転時、本試験 1 日目、本試験 2 日目において、それぞれ 11、5.4、1.6 ng/g であった。また、燃え殻中の DXNs 含有濃度についても同様に、それぞれ 76、47、13 pg-TEQ/g であって、基準値 (3,000pg-TEQ/g) を十分に下回っていた。さらに、本試験時における燃え殻中の PCB 溶出濃度はいずれも定量下限値 (0.0003 mg/L) 未満であり、基準値 (0.003 mg/L) を下回っていた。

④ 敷地境界大気中の PCB 濃度

敷地境界 4 か所における大気中の PCB 濃度は、0.079~1.2 ng/m³ であって、基準値等 (500ng/m³) を十分に下回っていた。

⑤ 敷地外周辺大気中の PCB 及び DXNs 濃度

敷地外周辺大気中の PCB 濃度は、通常運転時、本試験 1 日目、本試験 2 日目において、それぞれ 0.025、0.045、0.14 ng/m³ であって、基準値等 (500 ng/m³) を十分に下回っていた。また、敷地外周辺大気中の DXNs 濃度についても同様に、それぞれ 0.0095、0.022、0.058 pg-TEQ/m³ であって、基準値 (0.6pg-TEQ/m³) を十分に下回っていた。

以上のように、光和精鉱(株)の焼却施設から排出される煙突排ガス、排水及び燃え殻、さらには環境大気中の PCB 及び DXNs 濃度は基準値等を大きく下回っており、また、通常運転時と本試験時においても顕著な変化がなかったことから、試験試料の微量の PCB を含む廃棄物を焼却炉に投入したことによるこれら濃度への影響はないことを確認した。

B. 固定床炉での試験試料加熱処理後の残渣物中の PCB 及び DXNs 濃度について

① コンデンサ (容器、素子等) の加熱残渣中の PCB 及び DXNs 濃度

コンデンサ 3 個の容器内壁の拭取り試験の PCB 濃度は 0.02、0.07、0.04 µg/100cm² であり、基準値 (0.1µg/100cm²) を下回っていた。

素子等の加熱残渣については、含有試験において PCB 濃度は 0.010、0.0016、0.0057 mg/kg であったが、溶出試験ではいずれも検出下限値 0.0003 mg/L 未満であって、基準値 (0.003 mg/L) を下回っていた。また、DXNs の含有濃度は 0.31、2.3、17

pg-TEQ/g であり、基準値 (3,000pg-TEQ/g) を十分に下回っていた。なお、計画時に測定対象としていた銅線は加熱残渣から分離困難であったため、素子等の残渣に含めて測定した。

② ウェス等の加熱残渣中の PCB 及び DXNs 濃度

ドラム缶内のウェス等の加熱残渣の PCB 濃度は 0.032mg/kg と 0.12mg/kg であったが、溶出試験における PCB 濃度はいずれも検出下限値 0.0003mg/L 未満であって、基準値 (0.003 mg/L) を下回っていた。また、ドラム缶の内壁の拭取り試験における PCB 濃度は検出下限値の 0.01µg/100cm² 以下となり、基準値 (0.1µg/100cm²) を下回っていた。しかし、DXNs 濃度は、本試験 1 日目が 1,700pg-TEQ/g、本試験 2 日目が 5,300pg-TEQ/g となり、本試験 2 日目に実施したドラム缶内のウェス等の加熱残渣に含まれる DXNs 濃度は基準値 (3,000pg-TEQ/g) を超える値が検出された。なお、両試料の DXNs の同族体パターンはほぼ同じ傾向を示していた。

③ 廃活性炭の加熱残渣中の PCB 及び DXNs 濃度

廃活性炭の加熱残渣の PCB 濃度は 0.00023mg/kg と 0.00033mg/kg であったが、溶出試験における PCB 濃度はいずれも検出下限値 0.0003mg/L 未満であり、基準値 (0.003 mg/L) を下回っていた。また、DXNs 濃度は 3.4pg-TEQ/g と 5.4pg-TEQ/g であり、基準値 (3,000pg-TEQ/g) を十分に下回っていた。

④ 汚泥の加熱残渣中の PCB、DXNs 濃度

汚泥の加熱残渣の PCB 濃度は 1.3、1.0、1.7、1.1 µg/kg であったが、溶出試験における PCB 濃度は、いずれも検出下限値 0.0003mg/L 未満であり基準値 (0.003 mg/L) を下回っていた。また、DXNs 濃度は 230、140、260、120 pg-TEQ/g であり、基準値 (3,000pg-TEQ/g) を下回っていた。

以上のように、試験試料のコンデンサ (容器、素子等)、ウェス等、廃活性炭及び汚泥の加熱処理後の残渣物に含まれる PCB 及び DXNs の量については、ウェス (ドラム缶入り) の残渣物に含まれる DXNs の含有量が基準値を上回ったものの、それ以外は基準値を下回ることを確認した。

・結論＝

微量の PCB を含む廃活性炭、防護具等をプラスチック容器に収納してロータリーキルン式焼却炉に投入し、1,000℃以上、滞留時間 2 秒以上の条件で焼却処理する試験を既設の産業廃棄物焼却施設 2 箇所で実施した。また、このうちの 1 施設に敷設された固定床炉において、微量の PCB を含むコンデンサ、廃活性炭、ウェス等、及び汚泥を固定床炉に入れて 850℃以上で約 6 時間加熱し、発生するガスをロータリーキルン式焼却炉の二次燃焼炉に導入して焼却処理する試験を実施した。その結果、排ガス、排水、燃え殻、ばいじん及び敷地周辺環境大気に含まれる PCB 及び DXNs の濃度は基準値等を十分に下回り、試験試料投入による影響が無いことを確認した。また、固定床炉で加熱処理した後の各種試験試料の内部部材や残渣物に含まれる PCB 及び DXNs の濃度も、ドラム缶に入れたウェス等の加熱残渣の DXNs 含有濃度が基準値を上回った他は、いずれも基準値等よりも低く、無害化されたことを確認した。

英語概要

- ・ 研究課題名 =
A study on Incineration Treatment for Low-Level PCB Contaminated Waste
- ・ 研究代表者名及び所属 =
Shuichi Izumisawa : Japan Industrial Waste Management Foundation
共同研究者名及び所属 =
Masatoshi Morita : Ehime University, Takumi Takasuga : Shimadzu Techno-Research Inc., Toru Matsumura : IDEA Consultants, Inc.
- ・ 要旨 =
- ・ In 2002, some insulating fluid used in various kind of electric equipment like transformers was found contaminated with PCBs in very low concentrations. The objective of the study is to develop safe and reliable disposal methods of the waste by incineration with a view to clarify PCB elimination efficiencies and to evaluate the environmental impacts. Tests were carried out at two sites of commercially operating industrial waste incineration plants. Used activated carbon, polluted safeguard wears and the like materials contaminated with low-level PCBs were used as test materials. These materials having packed in plastic containers were input to a rotary kiln furnace. In addition, used capacitors, polluted wiper rags, used activated carbon and sludge contaminated with PCBs were placed in a batch furnace and then heated over 850 °C. The generated gas was introduced to the secondary combustion zone of the incinerator over 1,100 °C. Flue gas, waste water, slag and fly ash discharged from the plant as well as ambient air at the site border and in the neighborhood were analyzed for PCBs and dioxins by HR-GC/HR-MS. The residues of the test materials in the batch furnace were also sampled and analyzed. The concentrations of PCBs and dioxins in the samples were all below the levels of regulatory standards except dioxins of burnt residue of the polluted wiper rags contained in a steel drum. The test results indicated that the low-level PCB contaminated wastes were decomposed securely and safely without causing any significant impact for environment.
- ・ キーワード =
Insulation fluid, low-level PCB contaminated waste, incinerators, Dioxins, HR-GC/HR-MS (high-resolution gas chromatography/high-resolution mass spectrometry)