

廃棄物処理等科学研究費補助金 総合研究報告書概要版

- 研究課題名・研究番号＝低濃度 P C B 汚染物の焼却処理に関する研究 (K1817)
- 国庫補助金精算所要額＝14,054,881 円
- 研究期間＝2006 年 10 月 27 日－2007 年 3 月 31 日
- 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＝酒井伸一（京都大学）、森田昌敏（愛媛大学）、細見正明（東京農工大学）、田辺信介（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）、河内哲一（財団法人愛媛県廃棄物処理センター）、坂後充宏（株式会社カムテックス）、城戸繁光（光和精鉱株式会社）
- 研究目的＝P C B は残留性有機汚染物質であり、長期残留性、生物濃縮性、揮散移動性、毒性の 4 点の特性を持つことから、長期保管されている P C B 廃棄物については、安全かつ確実に処理することが早急に求められている。このため、我が国では、平成 13 年に P C B 廃棄物特別措置法が制定され、現在、日本環境安全事業（株）による処理体制の整備により、P C B 廃棄物を平成 28 年 7 月までに処理が完了するよう取り組みがなされている。ところが、これとは別に、平成 14 年に低濃度 P C B 汚染物（P C B を使用していないとされるトランス等のうち、低濃度の P C B に汚染された絶縁油を含むもの）が多量に存在することが判明し、処理の見通しも立っていないことから、これらの処理は喫緊の課題となっている。本研究は、低濃度 P C B 汚染物の早期処理を図るという強い社会的要請を踏まえ、現に設置・稼動している既存の産業廃棄物焼却施設を用いた実証試験（通常の混焼運転中に低濃度 P C B 汚染物を併せて処理）の実施により、処理条件と P C B 分解率の相関や焼却処理が及ぼす環境への影響等を明らかにすることで、低濃度 P C B 汚染物の早期処理の実現を図るものである。
- 研究方法＝本研究は、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 P C B 汚染物（固形可燃物）の焼却実証試験を実施した。

1) 実施場所

①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株式会社カムテックス福山工場
広島県福山市箕沖町 107-5

2) 実施期間

- ①光和精鉱株式会社戸畑製造所
平成 19 年 2 月 14 日 (水) ～16 日 (金)
- ②株式会社カムテックス福山工場
平成 19 年 2 月 5 日 (月) ～7 日 (水)

3) 試験施設

本実証試験では、光和精鉱株式会社と株式会社カムテックスの既設産業廃棄物焼却施設を用いた。その概要は表 1 のとおりである。

表 1 試験施設の概要

試験施設設置者	光和精鉱 (株)	(株) カムテックス
施設形式	ロータリーキルン式焼却炉	酸素バーナー式表面熔融炉
燃焼ガスの温度	1, 100～1, 200℃	1, 300～1, 400℃
燃焼ガスの 滞留時間	約6秒 (二次燃焼炉含む)	約6秒 (二次燃焼室含む)
処理能力 (主な処理能力)	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	燃え殻及びばいじん : 60 t/日
通常処理している 主な廃棄物の種類 その概ねの割合	汚 泥 : 53 % 廃 油 : 30 % 廃プラ : 17 %	燃 え 殻 : 84 % ばいじん : 16 %
設置年月日	平成14年9月20日	平成14年12月27日
本試験での廃棄物 焼却量	固形物 (汚泥・廃プラ等) : 123～123 t/日 廃油 : 37～34 t/日 廃液 : 129～137 t/日	燃え殻及びばいじん : 53～71t/日

4) 試験試料

低濃度 P C B 汚染物（固形可燃物の木や紙）（以下、「試験試料」という。）について次に述べる。

①試験試料の種類

試験試料としては、低濃度の P C B に汚染された柱上変圧器を解体した時に発生する低濃度 P C B 汚染物 { 固形可燃物の木（図 1）または紙（図 2） } を使用した。



図 1 固形可燃物（木）



図 2 固形可燃物（紙）

②試験試料の容器と試験試料量

試験試料は、低濃度 P C B がしみ込んだ木や紙であるので、その輸送・保管・焼却への投入等を考慮して、容器に入れる必要があった。容器としては、密閉できること、損傷しにくいこと、収納しやすいこと、焼却できること等から医療廃棄物容器として使われているポリプロピレン性の容器を選定した。容量としては、光和精鉱（株）でのロータリーキルン炉への投入口のサイズから 20L 容器（事前に容器のみを投入確認した）を、（株）カムテックスへは運搬のみに使用するものとして 50L の容器を選定した。光和精鉱（株）では、20L 容器の内側に内袋として 45L のポリエチレン袋を 2 重にして、その中に木や紙を別々に詰め込んだ。その容器ごとロータリーキルン炉へ投入することにした。一方、（株）カムテックスの酸素バーナー式表面溶融炉では、木は適切な試験試料でないと判断し、紙のみで試験した。表面溶融炉への投入口のサイズから、10L のポリエチレン袋に紙を詰めて、それを 50L 容器に入れて運搬・保管した。投入するときは、50L 容器を開け、10L の袋ごと投入した。使用した容器を図 3 に示す。また、木を詰めた容器を図 4 に示す。



20L容器 50L容器

図3 使用した容器



図4 固形可燃物（木）を詰めた容器

試験試料量は、光和精鉱（株）では、木を入れた 20L 容器数が 144 個で、重量は 1,087kg、紙を入れた 20L 容器数が 377 個で、重量は 1,363kg であり、（株）カムテックスでは、10L のポリエチレン袋に紙を入れた 50L 容器数が 120 個で、重量は 780kg であった。試験試料量は、表 2 に纏めている。

表 2 試験試料量

試験施設設置者		光和精鉱（株）	（株）カムテックス
試験試料の 時間投入量		約 200kg/h	約 65kg/h
試験試料量		2,450kg	780kg
試験施設の炉への 投入容器		20L プラスチック容器（本体：ポリプロピレン、フタ：ポリエチレン） - 内袋：45L ポリエチレン袋（2重）	10L ポリエチレン袋（2重）
【試験試料量等内訳】			
紙	投入容器数	377 個	600 袋
	投入量	1,363kg	780kg
木	投入容器数	144 個	
	投入量	1,087kg	
合計	投入容器数	521 個	600 袋
	投入量	2,450kg	780kg

・ 結果と考察＝

1) 試験条件

- ①燃焼ガスの温度は、廃棄物の処理及び清掃に関する法律に規定するPCB廃棄物の焼却処理に係る基準である 1,100℃以上とし、2 秒以上滞留させた。
- ②試験試料は、実際の処理を想定し、試験施設において産業廃棄物を通常処理している運転中に混焼させた。

2) 試験実施

焼却試験は、通常運転及び本試験合わせて 3 日間実施した。

なお、本試験は、試験試料を 1 日約 6 時間連続焼却するものとし、それを 2 日間行った。実証試験工程を表 4 に示す。

表 4 実証試験工程

1 日目	通常運転	光和精鉱 2月14日 カムテックス 2月05日	通常受け入れている産業廃棄物を焼却している状態で、所用の調査を実施（試験試料は焼却せず）
2 日目	本試験 (約6hr/日)	光和精鉱 2月15日 カムテックス 2月06日	試験試料を焼却し、所用の調査を実施（産業廃棄物と混焼）
3 日目		光和精鉱 2月16日 カムテックス 2月07日	試験試料を焼却し、所用の調査を実施（産業廃棄物と混焼）

光和精鉱（株）においては、2 月 15 日～16 日に本試験を行い、試験試料は、木と紙の 20L 容器をそれぞれ 1 対 3 になるよう交互に投入し、15 日は 288 個、16 日は 233 個の容器合計 521 個、木と紙の合計重量 2,450kg を 10:00～16:00 の間にロータリーキルン炉内へ投入して焼却試験した。

一方、（株）カムテックスにおいては、2 月 6 日～7 日に本試験を行い、試験試料の紙が入った 10L ポリエチレン袋を、50L 容器から取り出し、1 時間に 50 袋ずつ投入し、6 日に 300 袋、7 日に 300 袋の合計 600 袋、紙の合計重量 780kg を 10:00～16:00 の間に熔融炉内へ投入して熔融した。

3) 運転結果

光和精鉱（株）においては、2 月 15 日と 2 月 16 日に試験試料（木や紙）が焼却されている間のキルン内温度と二次燃焼炉下部温度は、図 5 に示される通り 1,100℃を超えており（2 月 16 日の 15:00 と 16:00 の二次燃焼炉温度は少し 1,100℃以下になっているが）、また、ガス滞留時間を検証した結果、2 秒以上は十分確保されていた。

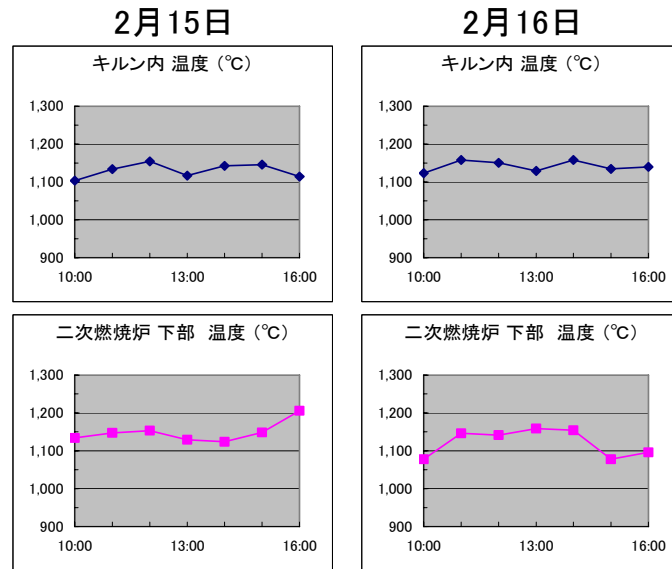


図 5 光和精鉱（株）の本試験運転データ

次に、（株）カムテックスにおいては、2月6日と2月7日に試験試料（紙）が焼却されている間の熔融炉内温度と熔融炉出口温度（二次燃焼室温度）は、図 6 に示される通り 1,100°Cを超えており、ガス滞留時間を検証した結果、2秒以上（二次燃焼室を含めて）は十分確保されていた。

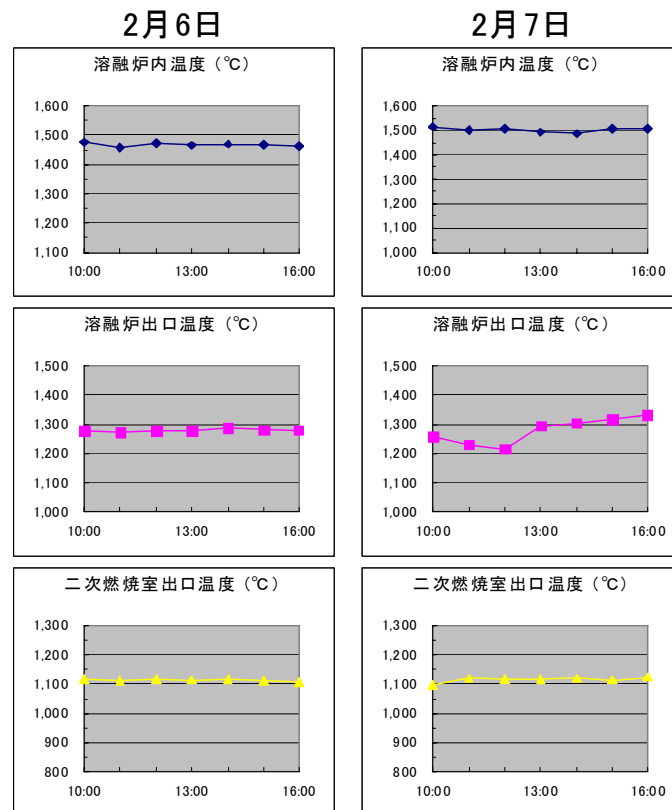


図 6 （株）カムテックスの本試験運転データ

4) 分析項目

分析項目を表 5 に示す。試験試料を焼却することによって生ずる排ガス、排水、燃え殻及びばいじん中に含まれる P C B 及びダイオキシン類 (D X N s) 濃度を測定した。なお、排ガス中の酸素濃度、一酸化炭素、硫黄酸化物、ばいじん、塩化水素及び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 P C B 濃度を測定した。さらに、排出ガス中の D X N s の影響を確認するため、定期的に測定を行っている直近の観測地点において周辺大気中の D X N s 濃度を測定した。

表 5 分析項目

調査内容	分析項目	分析機器	分析時期		
			通常運転	本試験	
			1 日目	2 日目	3 日目
試験試料 (紙・木) (含有試験)	P C B	HRGC-HRMS	紙・木 各 1 検体		
試験試料 (紙・木) (溶出試験)	P C B	GC-ECD	紙・木 各 1 検体		
排ガス※ ¹	P C B	HRGC-HRMS	1 検体	1 検体	1 検体
	D X N s	HRGC-HRMS	1 検体	1 検体	1 検体
排水※ ²	P C B	HRGC-HRMS	1 検体	1 検体	1 検体
	D X N s	HRGC-HRMS	1 検体	1 検体	1 検体
燃え殻 (含有試験)	P C B	HRGC-HRMS	1 検体	1 検体	1 検体
	D X N s	HRGC-HRMS	1 検体	1 検体	1 検体
ばいじん※ ³ (含有試験)	P C B	HRGC-HRMS	1 検体	1 検体	1 検体
	D X N s	HRGC-HRMS	1 検体	1 検体	1 検体
敷地境界※ ⁴ (東西南北)	P C B	HRGC-HRMS	24 時間 1 検体	24 時間 1 検体	24 時間 1 検体
周辺大気※ ⁵	D X N s	HRGC-HRMS	24 時間 1 検体	24 時間 1 検体	24 時間 1 検体

※¹ 排ガスの分析は、硫黄酸化物、ばいじん、塩化水素及び窒素酸化物の濃度を同時に測定

※² 排水があるのは光和精鉱 (株)

※³ ばいじんが採取できるのは (株) カムテックス

※⁴ 敷地境界の分析は、風向、風速、温度及び湿度を同時に測定、敷地形状により測定地点を設定

※⁵ 周辺大気の分析は、風向、風速、温度及び湿度を同時に測定

5) サンプルング位置

- ①光和精鉱（株）戸畑製造所でのサンプリング位置は、図 7 に示す。なお、敷地境界でのサンプリングは東西南北の 4 ヶ所で実施した。さらに、施設外での D X N s 測定は、光和精鉱（株）から直線距離で約 5.5km 地点の若松観測局で行った。
- ②（株）カムテックス福山工場でのサンプリング位置は、図 8 に示す。なお、敷地境界でのサンプリングは東西南北の 4 ヶ所で実施した。さらに、施設外での D X N s 測定は、（株）カムテックスから直線距離で約 1km 地点の南ヶ丘緑地で行った。

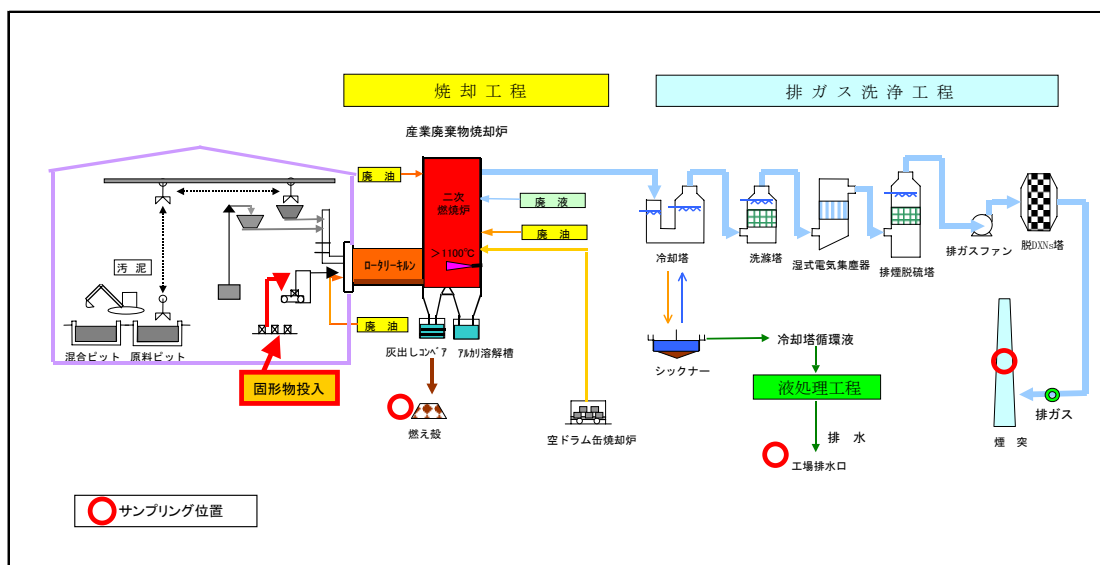


図 7 光和精鉱（株）でのサンプリング位置

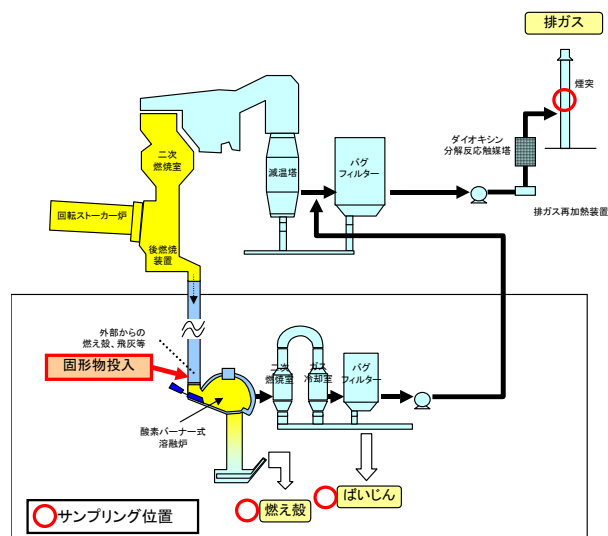


図 8 （株）カムテックスでのサンプリング位置

6) 測定方法

測定方法を表 6 に示す。P C B 及び D X N s の測定は、試験試料の溶出試験を除き、HRGC-HRMS を使用して行うが、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。

表 6 測定方法

調査内容	分析項目 及び 分析機器	公定法 の有無	測定方法	
			サンプリング～抽出	クリーンアップ～分析
試験試料 (紙・木) (含有試験)	P C B HRGC-HRMS	無	平成 14 年 2 月 P C B 処理技術検討委員会にて作成の「紙くず、木くず、繊維くずの参考分析法」2 の含有量試験に準拠（平成 17 年 8 月（財）産業廃棄物処理事業振興財団編集の「P C B 処理技術ガイドブック（改訂版）」に記載）	
試験試料 (紙・木) (溶出試験)	P C B GC-ECD	無	「特別管理一般廃棄物及び特別管理産業廃棄物に係る基準の検定方法」別表第四に準拠	
排ガス	P C B HRGC-HRMS	無	JISK0311「排ガス中のダイオキシン類の測定方法」に準拠	「特別管理一般廃棄物及び特別管理産業廃棄物に係る基準の検定方法」別表第二に準拠
	D X N s HRGC-HRMS	有	JISK0311「排ガス中のダイオキシン類の測定方法」	
排水	P C B HRGC-HRMS	無	JISK0312「工業用水・工場排水中のダイオキシン類の測定方法」に準拠	JISK0093「用水・排水中のポリクロロビフェニル（P C B）の試験方法」に準拠
	D X N s HRGC-HRMS	有	JISK0312「工業用水・工場排水中のダイオキシン類の測定方法」	
燃え殻 及び ばいじん (含有試験)	P C B HRGC-HRMS	無	「ダイオキシン類対策特別措置法施行規則」第二条第二項第一号の規定に基づき環境大臣が定める方法平成 16 年 12 月 27 日環境省告示第 80 号に準拠（「特別管理一般廃棄物及び特別管理産業廃棄物に係る基準の検定方法」別表第 1 に準拠）	「特別管理一般廃棄物及び特別管理産業廃棄物に係る基準の検定方法」別表第二に準拠

	D X N s HRGC-HRMS	有	「ダイオキシン類対策特別措置法施行規則」第二条第二項第一号の規定に基づき環境大臣が定める方法平成 16 年 12 月 27 日環境省告示第 80 号（「特別管理一般廃棄物及び特別管理産業廃棄物に係る基準の検定方法」別表第 1）	
敷地境界	P C B HRGC-HRMS	無	モニタリング調査マニュアル（環境省）	
			「ダイオキシン類に係る大気環境調査マニュアル」環境省環境管理局総務課ダイオキシン対策室・大気環境課（平成 18 年 2 月）に準拠	「特別管理一般廃棄物及び特別管理産業廃棄物に係る基準の検定方法」別表第二に準拠
周辺大気	D X N s HRGC-HRMS	無	「ダイオキシン類に係る大気環境調査マニュアル」環境省環境管理局総務課ダイオキシン対策室・大気環境課（平成 18 年 2 月）	

7) 分析結果

上記分析試料の P C B、D X N s 濃度等については、現在分析機関にて分析中である。

結論＝低濃度 P C B 汚染物としての木や紙を試験試料として、既設の産業廃棄物焼却施設にて、燃焼ガス温度を、廃棄物の処理及び清掃に関する法律に規定する P C B 廃棄物の焼却処理に係る基準である 1, 100℃以上とし、2 秒以上滞留させて、実証試験を行った。その結果、実施した 2 施設において、ほぼその条件は満足されていた。分析結果は、現在試料の分析中であることより今後纏めていく予定である。

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

要旨＝It has been known since year 2002 that a large amount of low-level PCB contaminated wastes are likely present throughout Japan, in the form of transformers, capacitors and other electrical equipments presumably free of PCB-based insulation oil. There is an urgent need to develop workable national regulatory standards for effective and efficient disposal. To investigate the feasibility of disposing of woody and paper components of transformers in commercially operating incinerators, tests were carried out at two site with a view to clarifying correlation between the combustion conditions and the PCB

destruction and studying the environmental impacts. Major test conditions included a combustion temperature of no lower than 1,100 degrees Celsius and a gas retention time of no shorter than two seconds, both in accordance with the general standards for incineration of PCB contaminated wastes pursuant to the Waste Management and Public Cleansing Law. Vent gas, incineration slag, soot and dust, and effluent water on site as well as ambient air at the site border and in the neighborhood were sampled out. They are presently analyzed for PCB and dioxins by the use of high-resolution gas chromatography/high-resolution mass spectrometry (HR-GC/HR-MS) method.

キーワード=low-level PCB contaminated wastes, woody and paper components of transformers, commercially operating incinerators, Waste Management and Public Cleansing Law, dioxins