

新燃焼方式による小型焼却炉の開発

武政 剛弘*、川口 聡***、奥村 佳代*、田平 泰広**、石橋 康弘**

Development of Small Sized Incinerator Using the New Combustion System

Takehiro TAKEMASA*, Satoshi KAWAGUCHI***, Kayo OKUMURA*, Yasuhiro ISHIBASHI** and Yasuhiro TABIRA**

* Faculty of Environmental Studies, Nagasaki University, Nagasaki, 852-8521, Japan

** Environmental Protection Center, Nagasaki University, Nagasaki, 852-8521, Japan

*** Kankyo-sangyo Ltd., Nagasaki, 851-0111, Japan

Abstract

The generation of dioxins in the waste incineration became a problem, and “law on processing and cleaning of a waste” was revised by the Japanese government in 1997 in Japan. “Dioxins countermeasure special measure laws” was enforced in 2000 in Japan. The following were severely instituted by the law: Dioxins concentration discharged from the incinerator and structure of the incinerator and maintenance standard. The small incinerator ever used became an object of the law regulation. The small incinerator in industry, educational institution, government, hospital, ordinary homes could not satisfy this standard. The disposal cost of a waste becomes the economical oppression of the small and medium enterprise as the result.

It is necessary to do the complete combustion which satisfies high combustion gas temperature (Temperature), residence time of the gas (Time), mixing between gas and secondary air in inside of furnace (Turbulence) in order to suppress the generation of dioxins. This is called “3-T”. In this study, the development is carried out in respect of the small incinerator which satisfies 3-T by the new combustion, and it aims at the control of dioxins with the achievement of complete combustion in the small incinerator.

1. 緒言

現在の社会経済活動における大量生産、大量消費は大量の産業廃棄物を排出しており、その総排出量は約4億トンとなっている¹⁾。さらに

廃棄物質の多様化により、焼却処分出来ない多くの廃棄物が生じ、これまでそのほとんどが埋め立て処分されているために、最終処分場の逼迫が生じている。焼却処分可能な廃棄物もまた年々増加の一途を辿る一方、廃棄物の燃焼過程

受領年月日 2004(平成16年)7月21日

受理年月日 2004(平成16年)10月30日

* : 長崎大学環境科学部

** : 長崎大学環境保全センター

*** : 有限会社 環境産業

総合環境研究 第7巻 第1号

等で非意図的にダイオキシン類が生成され、燃焼排ガスや排ガス洗浄水の不純物として環境中に排出され、こうしたダイオキシン類による環境汚染は日本各地で問題となった。ダイオキシン類は人に対し急性毒性、慢性毒性等多岐にわたる毒性を有している為、人に対する健康の保護を図ることが急務となった^{2, 3)}。これに対応して、ダイオキシン類による環境の汚染の防止及びその除去等をすすめるため、ダイオキシン類に関する施策の基本とすべき基準が定められ、必要な規制、汚染土壌に係る措置等を目的とした「ダイオキシン類対策特別措置法」が平成14年12月に完全施行された。この規制の強化によって工場、教育機関、官庁、病院及び一般家庭に設置された従来の小型焼却炉では、新基準を満たす事が出来ないため、廃棄物の焼却処理を自主規制あるいは廃止せざるを得ない状況となっている。この結果、廃棄物処理を業者に委託することになり、社内焼却費に比べ数倍のコスト高となり、中小企業にとっては経済的圧迫が大きくなっている。

燃焼過程におけるダイオキシン類生成は、500℃から900℃の高温域ではクロロフェノール類やクロロベンゼン類等の前駆体形成を経由しており、300℃から500℃の低温域ではフライアッシュ中の金属類を触媒とした反応によっている⁴⁾。この事から、ダイオキシン類の発生を抑制させるには、炉内温度がこのようなダイオキシン類生成温度域にならないよう、炉内温度を迅速に800℃以上に高めて完全燃焼させる必要がある。完全燃焼を達成する条件は、1) 高い燃焼ガス温度 (Temperature)、2) 十分なガスの滞留時間 (Time)、3) 炉内での十分なガス攪拌・及び二次空気との混合 (Turbulence) の「3-T」である⁵⁾。これらの条件が燃焼ガス中の未燃炭化水素および前駆体物質を減らすための必要条件である。ダイオキシンを発生させない完全燃焼の条件を満たす大型焼却炉⁶⁾は幾つか開発されているが、小

型焼却炉で完全燃焼する技術は確立されていない。さらに焼却処理では、ダイオキシン類対策以外にも低公害化を考慮しなければならない。

本研究では、小型焼却炉でダイオキシン低減化をするため完全燃焼に必要な「3-T」を達成する方法として、連続投入式流動層、水蒸気噴射を組み合わせ、さらに二重円筒構造により耐火煉瓦を使わなくても高温燃焼できる新燃焼方式の小型焼却炉の試作を行ない、小型焼却炉での完全燃焼の実現を目指している。この焼却炉の実現は中小企業にとって非常に有効であり、環境保全にも大きく貢献できると考えられる。

2. 廃棄物焼却に係るダイオキシン削減のための規制措置

2.1. 焼却炉の構造・維持管理基準の強化

平成13年3月の「廃棄物処理及び清掃に関する法律施行規則」の改正により、許可対象施設の構造基準及び維持管理基準の強化を目的とし、新たに基準が定められ平成14年12月に施行された。

改正後の構造基準の主なものは、①外気と遮断された状態で定量ずつ連続的に廃棄物を燃焼室に投入できる供給装置の設置②空気取入口・煙突の先端以外に焼却設備と外気とが接することなく、燃焼室の温度が800℃以上の状態で、定量ずつ廃棄物を焼却できるもの③外気と遮断された状態で、廃棄物を燃焼室に投入できるもの④燃焼室中の燃焼ガスの温度を測定するための装置が設けられていること⑤燃焼ガスの温度を保つために必要な助燃装置が設けられていることが加えられた。

維持管理基準では、①燃焼室への廃棄物の投入は、定量ずつ連続的に行うこと、②燃焼室中の燃焼温度を800℃以上に保つこと、③焼却灰の熱灼減量を10wt%以下とすること、④運転

開始時には炉温を速やかに上昇させ、運転停止時には炉温を高温に保ち廃棄物を焼却し尽くすこと、⑤集塵器に流入する燃焼ガスの温度を概ね 200℃以下に冷却すること、⑥冷却設備等に堆積した煤塵を除去すること、⑦排ガス中の一酸化炭素濃度を 100ppm 以下とすること、⑧燃焼ガス温度及び排ガス中の一酸化炭素を連続的に測定・記録すること、⑨排ガス中のダイオキシン濃度を年一回以上測定・記録すること、⑩煤塵を焼却灰と分離して排出・貯留することなどが主に改正された基準であり、焼却炉の規模にかかわらず適用される。

2.2. ダイオキシン類特別措置法

従来、排出ガス濃度が規制されていなかった小型廃棄物焼却炉についても火床面積 0.5m² 以上又は焼却能力 50kg/hr 以上のものについては、平成 14 年 12 月に施行されたダイオキシン類対策特別措置法により規制が行われる事となった。

ダイオキシン類対策特別措置法で強化された大気に係わる特定施設への排出基準を表 2.1 に示す⁹⁾。

4t/hr 以上の新設炉については国際的な基準と同じ 0.1 ng-TEQ /m³ N であり、既設炉の

暫定基準の 1 /800 になっている。これより小規模の新設炉では 1~5 ng-TEQ /m³ N であり、既設炉では、1~10 ng-TEQ /m³ N である。将来的には技術基準として国際的に共通の基準となりつつある 0.1 ng-TEQ /m³ N を目指した焼却炉が必要になってくると考えられる。

3. 水性ガス反応

水性ガス反応はコークスのガス化に利用されてきた。平成 13、14 年度に試作した小型焼却炉¹⁰⁾では、送風機により空気を送風して炉内に旋回流を発生させた。これにより、炉の中心付近に比べて内壁近傍の静圧が高くなり(ベルヌイの定理)、火炎は静圧の低い部分にドーナツ状に旋回しながら存在することになる。火炎は内壁からある程度離れるため、炉壁からの伝導による熱損失が低減される。通常、水(液体)を火炎に直接注入すると、蒸発潜熱(吸熱反応)により莫大な熱損失が生じる。本焼却炉では、火炎からの輻射により温度が 250℃から 500℃程度に加熱された炉壁(内壁)を伝わるように水を流すことにより、炉壁を冷却(再生冷却)しながら水蒸気化された水が高温火炎帯へ注入される構造になっている。したがって、ごみ焼却により発生する熱を奪うことなく、水蒸気を生成、注入できる。

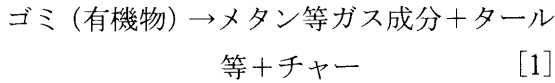
表 2.1 大気に係わる特定施設へのダイオキシン類排出基準 (2002)

特定施設の種類		新設施設の 準値値	既設施設の基準値		
施設規模			HI2.1.15~ HI3.1.14	HI3.1.15~ HI4.11.30	HI4.12.1~
廃棄物 焼却炉	4t/hr 以上	0.1	基準の適 応を猶予	80	1
	2t/hr~4t/hr	1			5
	2t/hr 未満	5			10
製鋼用電気炉	0.5	20		5	
鉄鋼業焼結施設	0.1	2		1	
亜鉛回収施設	1	40		10	
アルミニウム合金製造施設	1	20	5		

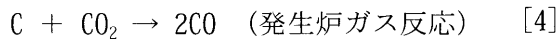
(単位: ng-TEQ /m³ N)

一般的な、ガス化の基本反応式を次に示す。

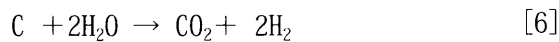
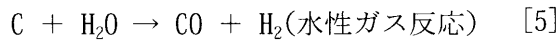
1) 熱分解



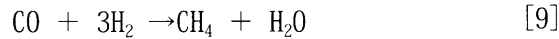
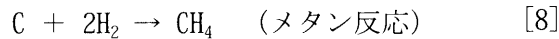
2) 酸素との反応



3) 水蒸気との反応



4) 水素との反応



式[2]は、完全酸化あるいは燃焼，式[3]は部分燃焼あるいは不完全燃焼と呼ばれる式で両式とも熱を発生する発熱反応である。これらの発生熱が、固形燃料ガス化における発生炉ガス反応，水性ガス反応を主とする吸熱反応に対する熱を供給する。式[4]は発生炉ガス反応（Boudouard 反応とも呼ばれる），式[5]は水性ガス反応で、ともに吸熱反応であり固形燃料ガス化の主反応ともいわれる。式[6]は、式[5]に付随して起こる反応である。

式[7]は発熱反応でありシフト反応と言われ特に高温（900℃以上）で反応は早く（平衡に達する時間が短く）ガス化炉出口組成を決定する重要な式の一つである。

式[8]は、メタン化反応と呼ばれメタンを生成する反応である。式[9]は一酸化炭素と水素

からメタンを合成する反応である。いずれも、発熱反応でしかも分子数を減少させる反応であるから常圧のガス化では余り問題とされないが、加圧下で比較的低温度領域で進行する。

4. 実験装置

本研究では廃棄物の連続投入可能なダイオキシン低減化小型焼却炉を実現させるため、廃棄物を一次燃焼室にて燃焼させ、二次燃焼室に設置した二基のバーナーで完全に熱分解ガスを燃焼させる、連続投入熱分解焼却炉実証プラントを試作した。本研究の実証プラントを図4.1に示す。

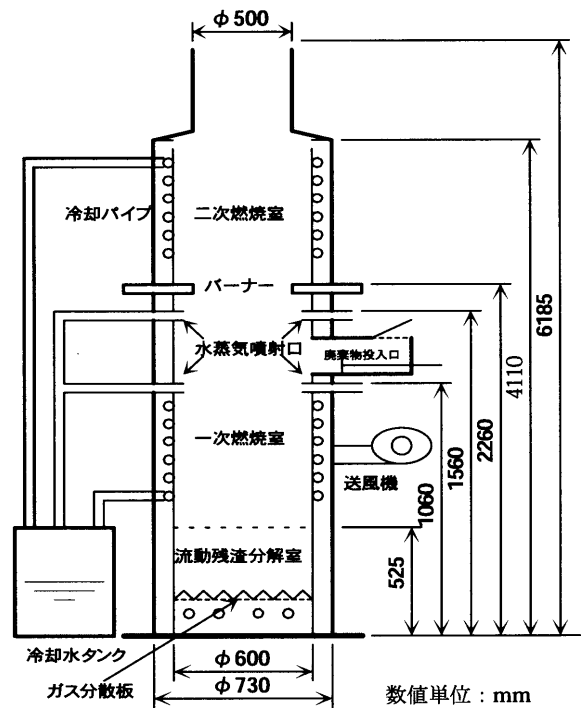


図4.1 実証プラント概略図

炉内は、残渣流動分解室、一次燃焼室、二次燃焼室で構成されている。二次燃焼室内にはLPGガスバーナーが二基設置されており、燃焼中は常時点火している。二次燃焼室内筒と外筒の間に循環水冷パイプを設置している。循環水冷パイプ内の水温が上昇すると水蒸気が発生し、そ

れを二次燃焼室下部から炉内に噴射し、水性ガス化反応を燃焼に利用している。送風機はインバータ制御により送風空気量を調節する事ができ内筒と外筒の間に送風し、炉床から炉内に空気を送り込む仕組みになっており、同時に内筒の冷却を行っている。また通常高温燃焼をする焼却炉では炉壁が高温に耐えるため耐熱煉瓦を使用しているが、本実証プラントでは内筒内部はトルネード状の強旋回流により炎が直接内筒に触れない構造になっているので、内筒のメタル温度が低く¹²⁾耐火煉瓦を使用しなくても高温燃焼できる。それゆえダイオキシン低減化が可能な燃焼を行うことができる。

5. 排ガス分析及び温度測定

実験は、建築廃木材と廃プラスチックを100mm前後のチップ状に破碎した模擬ごみを作成し、廃木材専焼、廃プラスチック専焼及び廃木材、廃プラスチック混焼の3種類の実験を行った。条件等を表5.1に示す。

燃焼実験ではLPGガスバーナーを点火し、送風機を稼働させ、実験炉内部に十分な空気をパージした。その後、灯油を模擬ごみに少量散布し、点火した。着火と同時に排ガス分析、温度測定を開始した。廃プラスチックと廃木材の混合比は低位発熱量(3. 燃焼理論参照)から、1:1として、総量1kgと1.5kgの袋詰め模擬ごみを作成し、実験を行った。温度測定、排ガス測

定の位置はグラウンドの高さ320(mm)、1810(mm)、3160(mm)、5310(mm)、の位置にサンプリング口を設け、それぞれを①、④、⑥、⑨とした。①、④は炉内中心ガス温度を測定し⑥は炉内内壁のメタル温度の測定点である。また、⑨にてサンプリングプローブを差し込み、排ガス分析を行った。

6. 結果及び考察

実証プラントにおける廃木材1kgずつを連続投入させた廃木材のみの燃焼実験の炉内各位置のガス、炉壁の温度計測と排ガス分析結果をそれぞれ図6.1と図6.2に示した。図中の1次燃焼ガス温度は、点火から700秒間点火剤の灯油を散布していない為、模擬ごみが燻った状態であり100℃以下の温度で推移している。

その後、700秒～900秒間に、炉内一次燃焼ガス温度が800℃に上昇し、同時にCO、HCガス濃度がそれぞれ1400ppm、800ppmに上昇している。この原因は、送風機による送風量が少なかったため、不完全燃焼状態であったと考えられる。1000秒～2400秒間は、一次燃焼ガス温度(T_4)は900℃以上を保っており、COガス濃度は、平均値53ppmであり良好な燃焼状態である。しかし、模擬ごみ投入時に一時的にCOガス濃度が200ppm程度上昇している。これは、炉内温度が高温な為、模擬ごみ投入直後から急激にガス化していると考えられる。さらに、

表 5.1 実験条件

	模擬ごみ		LPG ガスバーナー出力	水蒸気噴射	対応グラフ
	木屑	廃プラ			
実験 1	1 kg	—	一定	無	図 6.1、図 6.2
実験 2	—	0.5 kg	一定	無	図 6.3、図 6.4
実験 3	2 kg	—	微調整	無	図 6.5、図 6.6
実験 4	1 kg	0.3 kg	微調整	有	図 6.7、図 6.8
実験 5	1 kg	0.5 kg	微調整	有	図 6.9、図 6.10
実験 6	0.5 kg	0.5 kg	微調整	有	図 6.10、図 6.11

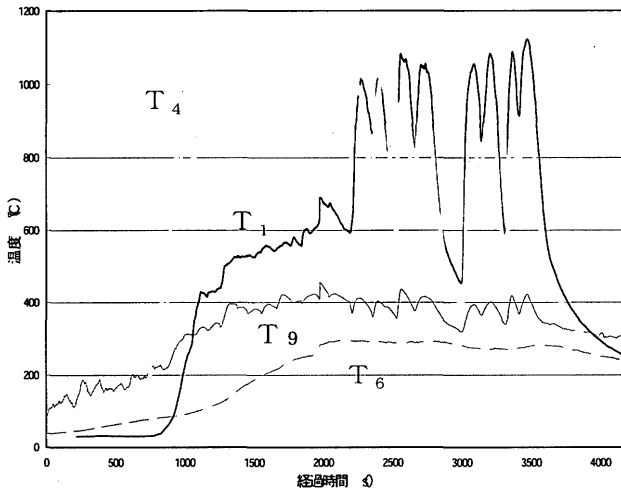


図 6.1 各測定点における温度の経時変化
(廃木材 1kg 専焼)

- T₁ : サンプルング口①における炉内中心ガス温度
- T₄ : サンプルング口④における炉内中心ガス温度 (一次燃焼ガス温度)
- T₆ : サンプルング口⑥における炉内内壁のメタル温度
- T₉ : サンプルング口⑨における排ガス温度

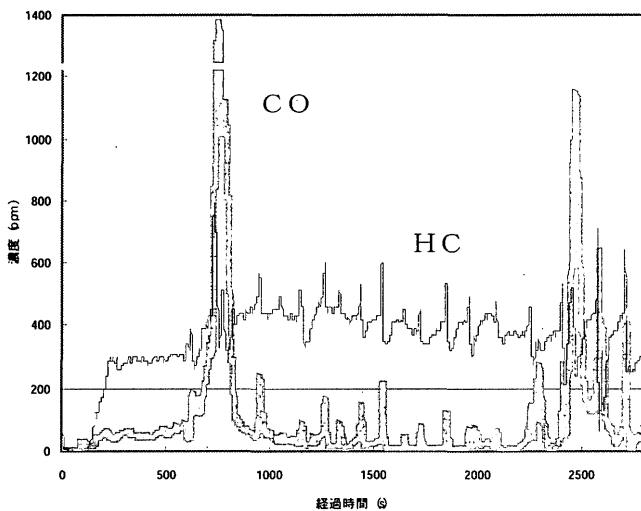


図 6.2 CO, HC の経時変化 (廃木材 1kg 専焼)

2400 秒から模擬ごみ投入時に、一次燃焼ガス温度が 200°C~400°C程度低下し、流動分解ガスが 1000°Cに上昇する顕著な温度変動が生じている。炉下部の流動分解ガスの上昇は、炉内温度が高温になり、さらに輻射熱で炉内内壁温度が上昇し、模擬ごみ投入と同時に模擬ごみがガス化した結果と考えられる。一方、一次燃焼ガス温度の変動は、投入口に設けた外気を遮断するスライド (SUS304) が熱膨張を起こし、ゴミ投入時にその隙間から外気が炉内に流入したために、一次燃焼ガス温度が低下したと考えられる。

廃プラスチック専焼実験は廃プラスチック 0.5kg をパックにしたゴミを連続投入により行った。廃木材燃焼実験と同じ位置での温度計測と排ガス分析結果をそれぞれ図 6.3 と図 6.4 に示す。同図から廃木材と同様に、点火から 500 秒間は模擬ごみが燻った状態で、CO、HC ガス濃度がそれぞれ 350ppm、2200ppm の高濃度のガスが検出されていることがわかる。その時の炉内一次燃焼ガス温度は 200°C以下でありダイオキシン生成の危険性が十分ある。発火した 500 秒から模擬ごみの連続投入を開始した。ゴミ投入開始後の一次燃焼ガス温度は廃木材の焼却と同様に大きく温度変動をしている。温度変化は高温域で 900°Cから 1050°Cであり、焼却炉構造基準を満たしているが、低温域では、400°Cから 600°Cになっている。この現象は廃プラスチックはガス化速度が速く燃焼時間が短いために、廃プラスチックのみを燃焼させた場合は急激な温度上昇、急激な温度下降がみられ、燃焼状態が不安定あると考えられる。さらに、この現象に連動して、発生する CO ガスが一時的に 500ppm まで上昇する時もあり、HC 濃度も平均値 1000ppm 程度で推移しており、ダイオキシン類生成の危険性が非常に高くなっている。したがって、このような現象が定常的に発生するのであれば、当焼却炉はプラスチックの専焼には適さないと考えられる。

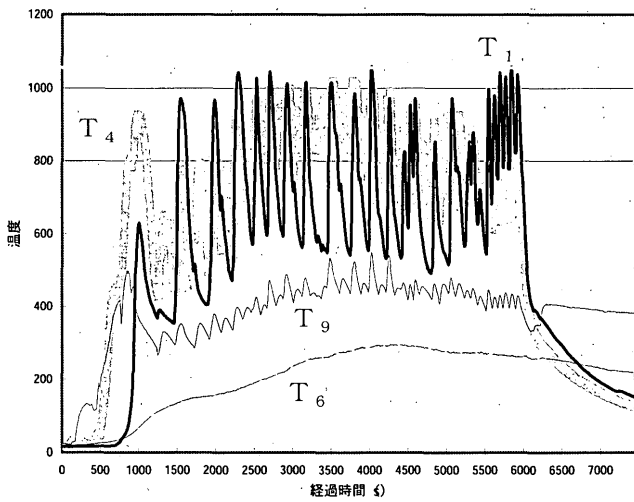


図 6.3 各測定点における温度の経時変化 (廃プラスチック 0.5kg 専焼)

- T₁ : サンプルング口①における炉内中心ガス温度
- T₄ : サンプルング口④における炉内中心ガス温度
- T₆ : サンプルング口⑥における炉内内壁のメタル温度
- T₉ : サンプルング口⑨における排ガス温度

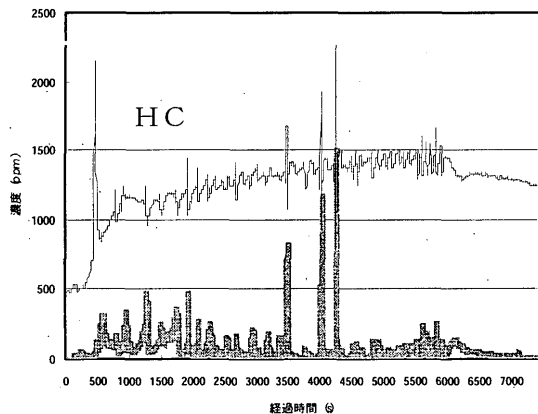


図 6.4 CO, HC の経時変化 (廃プラスチック 0.5kg 専焼)

以下、ゴミの構成を変えた場合の燃焼について、一次焼却温度 (センサー番号 4) と CO 濃度の経時変化を示して考察を加える。

廃木材 2kg のパックを連続投入した場合を図 6.5 と図 6.6 に示す。この場合は点火から 900 秒は緩やかな温度上昇であり、不完全燃焼のため CO ガス濃度は 500ppm を検出している。完全燃焼となった 1250 秒後に一次燃焼ガス温度は 800°C に上昇し、それに伴い CO ガス濃度は 150ppm に減少している。2500 秒後の一次燃焼ガス温度が 500°C に低下したときも、火炎温度を上げるために LPG ガスバーナーの出力を

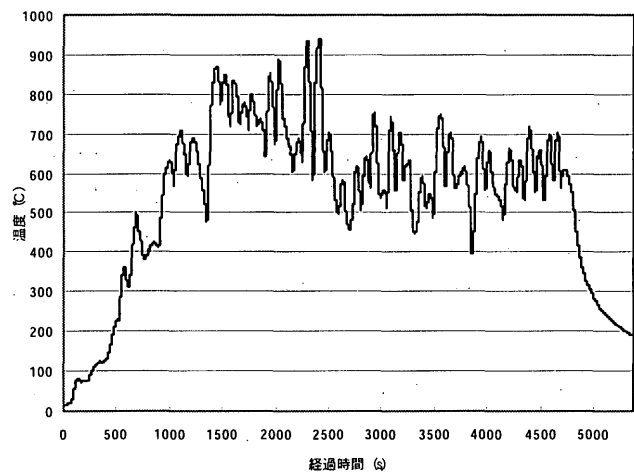


図 6.5 1 次燃焼ガス温度の経時変化 (廃木材 2kg 専焼)

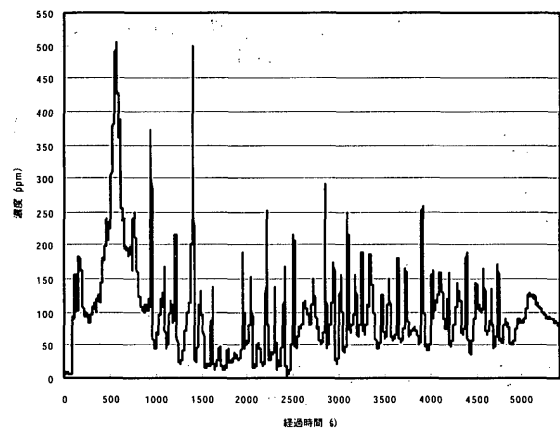


図 6.6 CO の経時変化 (廃木材 2kg 専焼)

調整して完全燃焼を促して、CO ガス濃度の上昇を未然に防ぐ効果が確認される¹³⁾。このように、廃木材の専焼の場合、一回の投入容積が大きい時には木材の燃焼カロリーが小さいために LPG ガスによって完全燃焼を補助する必要がある。

廃木材 1 kg と廃プラスチック 0.3kg をパックにしたゴミを連続投入して、燃焼中は常時一次燃焼室に水蒸気を噴射した場合の計測結果を図 6.7 と図 6.8 示す。点火から 780 秒で一次燃焼ガス温度は 820℃に到達し、温度変化も小さく安定した燃焼をしている。完全燃焼となった 1000 秒後から、一次燃焼ガス温度は 850℃から 900℃を保持しており、安定した燃焼を継続している。またこの時の CO ガス濃度は平均値 30ppm であり、基準値を満足している。さらに、廃プラスチックの燃焼により炉内ガス温度が 1000℃を超えると発生するサーマル NO_x は、水蒸気を噴射することで低減できることを確認している。

廃木材 1 kg と廃プラスチック 0.5kg をそれぞれパックしたゴミを交互に投入し燃焼実験を行った。この場合、焼却炉で予め廃木材を燃

であり、一次燃焼室へ水蒸気を常時噴射している。以下に示す 2 ケースの実験も本燃焼実験と同様の状況で行っている。その結果を図 6.9 と図 6.10 に示す。実験開始直後の 0 秒～750 秒間は、模擬ごみ投入を停止した状態で、一次燃焼ガス温度は 1000℃から 500℃に低下している。これに連動して CO ガス濃度は最高値 570ppm を示している。ゴミの投入を開始した 800 秒以降は、一次燃焼ガス温度は 800℃以上を保持しており、基準を満たしている。CO ガス濃度は平均値 35ppm で、100ppm を超えるピ

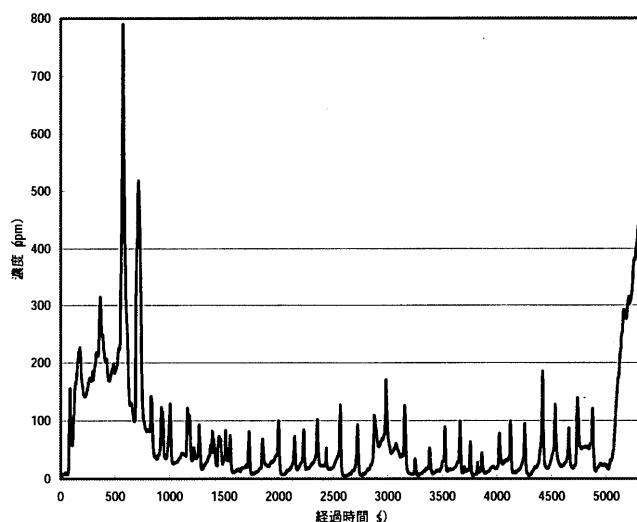


図 6.8 CO の経時変化 (廃木材 1kg+廃プラスチック 0.3kg 混合燃焼)

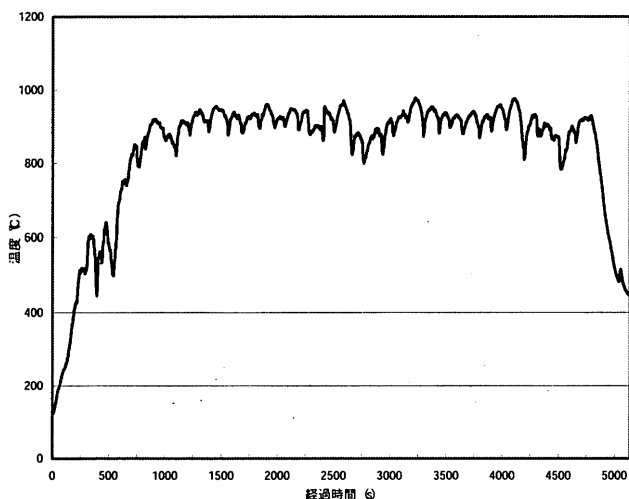


図 6.7 一次燃焼ガス温度経時変化 (廃木材 1kg+廃プラスチック 0.3kg 混合燃焼)
燃焼させ炉内温度を上昇させた状態からの実験

焼は 3 回だけであり、良好な燃焼であると判断できる。廃木材 0.5kg、廃プラスチック 0.5kg をそれぞれパックしたゴミを交互に投入の場合の計測結果を図 6.11 と図 6.12 に示す。同図から実験開始から 1000 秒付近で CO ガス濃度が 2020ppm になっているが、この原因はゴミ投入時期が遅れたため、ゴミに引火するまでに時間を要し、炉内温度が低下し不完全燃焼を引き起こしたためと考えられる。この結果からゴミの連続投入には細心の注意が必要であり、今後は、ゴミ投入を自動化して均一化する工夫が必要である。その後は、一次燃焼ガス温度は 800℃以上を保持し、CO ガス濃度は平均値 58ppm と

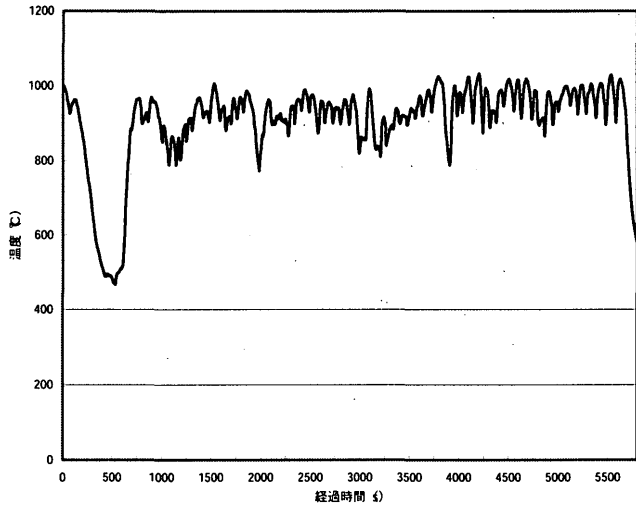


図 6.9 一次燃焼ガス温度の経時変化 (廃木材 1kg と廃プラ 0.5kg 交互に投入)

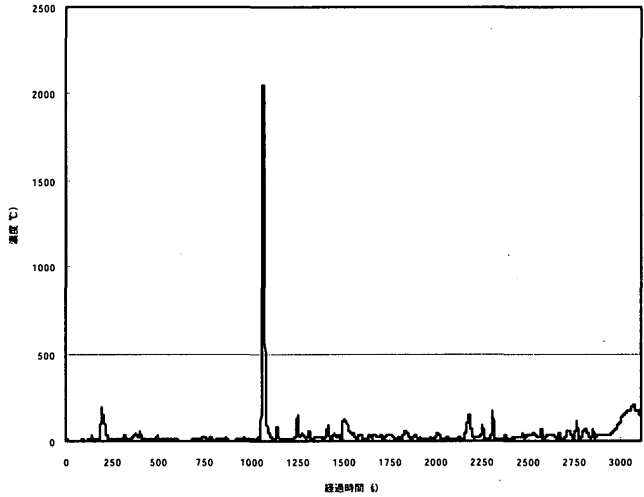


図 6.12 CO の経時変化 (木屑 0.5kg、廃プラ 0.5kg 交互に投入)

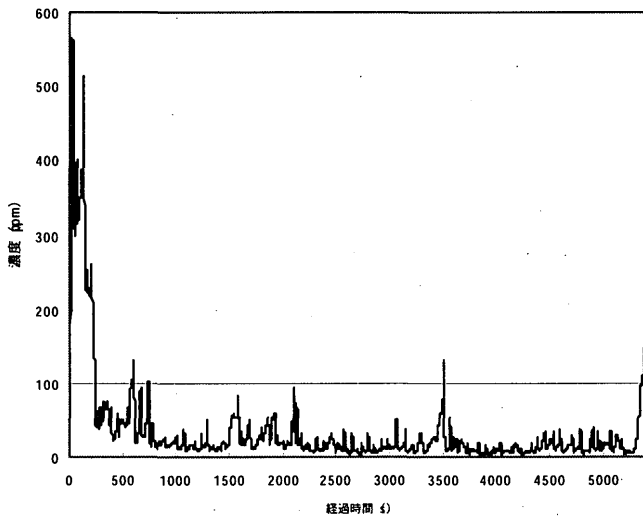


図 6.10 CO の経時変化 (廃木材 1kg、廃プラ 0.5kg 交互に投入)

なっており、基準を満足している。

最後に、水性ガス反応を判定する実験結果を図 6.13 示す。同図に示すように水蒸気噴霧をした場合、火炎温度に 5℃～30℃程度の昇温効果が見られた。また雰囲気温度は 900℃～1000℃での水蒸気噴霧であり、これ以下の雰囲気温度での水蒸気噴霧は、逆に温度降下をもたらした。

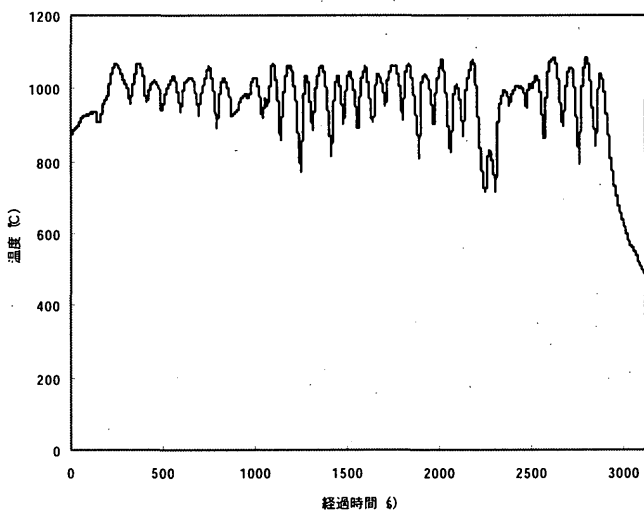


図 6.11 一次燃焼ガス温度経時変化 (廃木材 0.5kg、廃プラ 0.5kg 交互に投入)

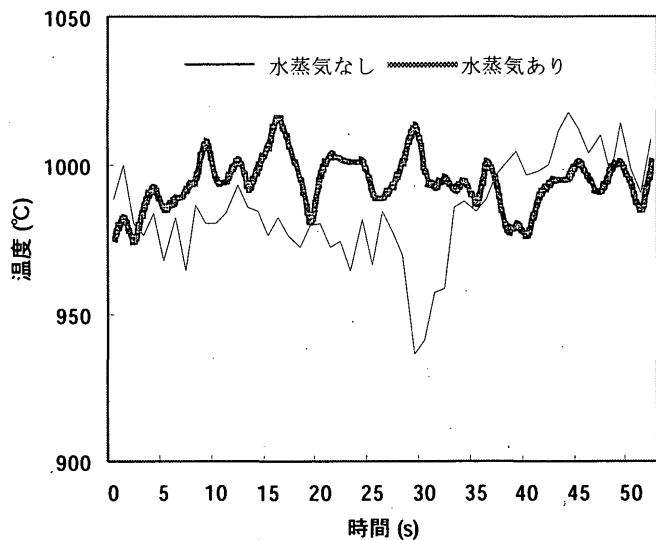


図 6.13 水蒸気添加有無による温度変化

7. 結論

今回の実験で、新燃焼方式による連続投入式小型焼却炉は一次燃焼ガス温度を 800℃以上に保持した燃焼が可能であり、構造基準を満たすことができた。

今回の研究では、廃木材の専焼と廃木材と廃プラスチック混合比が 2 : 1 では安定燃焼が可能であることが確認できた。また水蒸気噴射により燃焼温度上昇、安定燃焼の効果も確認できた。しかし、廃プラスチックの専焼では炉内温度が 1000℃～1200℃になるため、炉内内壁の腐食や、熱歪が発生する恐れがある。また燃焼も非常に早く進行し不安定であるため安定燃焼させるためにはさらなる工夫が必要である。

なお、廃木材と廃プラスチック混合比が 2 : 1 のゴミを連続投入した場合の燃焼ガス分析結果は表 7.1～7.3 に示すとおりである。依頼分析の総合結果は「排出ガスのダイオキシン類濃度は、基準値を下回る結果であった。また、CO ガス濃度については、「廃棄物処理法維持管理基準」に定められている 100ppm を十分に下回る結果であった。実施したその他の大気質についてのばい煙測定は、各々で定められている基準値を下回る結果であった。また、焼却灰の熱灼減量も 10%以下であった。」となっている。

さらに必要に応じ、LPG ガスバーナーを使用することで、CO、HC の未燃炭化物は完全燃焼させることが可能であった。また、水性ガス反応により、熱灼減量が 2.1%と基準値を完全に

表 7.1 排出ガスの測定結果と基準値

分析項目	単位	測定結果値	基準値
ダイオキシン類	ng-TEQ/Nm ³	1.3	10

表 7.2 各大気質の測定結果と基準値

分析項目	単位	測定結果値	基準値
一酸化炭素濃度	ppm	48	100
酸素濃度	%	16.1	—
ばいじん濃度	g/Nm ³	0.169	0.25
全硫黄酸化物量	m ³ /h	0.03	0.71
窒素酸化物濃度	cm ³ /m ³	95	250
塩化水素濃度	mg/Nm ³	100	700

表 7.3 焼却灰の灼熱減量分析結果と基準値

分析項目	単位	測定結果値	基準値
灼熱減量	%	1.7	10

クリアする事ができた。

しかし、今回の実験において廃棄物投入方法、熱量の変化、人為的要因によって燃焼状態が大きく左右され、そのためCOガス濃度やHCガス濃度に大きく影響した。したがって市販炉として誰もが使えるようにするには運転や廃棄物投入の自動化などの課題があげられる。

また本焼却炉では初期燃焼において、炉内ガス温度が高温域に達するまでに時間を要することからダイオキシン発生危険性が示唆されるために、初期の完全燃焼を達成させる工夫が必要である。

今後、小型焼却炉を製品化して市場に出すためには、細部の改良が必要であるが、今回の一連の実験でダイオキシン低減化小型焼却炉の開発に必要な基礎資料は得られたと考えられる。

8. 参考文献

- 1) 環境省総合環境政策局, 環境統計集, ぎょうせい, 第3章, pp.23-52, 2002
- 2) 清水剛夫, 関西新技術研究所, ダイオキシン—化学・分析・毒性—, 株式会社 NTS, 第1章, 第1節, pp.3-4, 第1章, 第2節, 5-6, 1999
- 3) 酒井伸一, ゴミと化学物質, 岩波新書, 第3章, 第1項, pp.62-67, 1998
- 4) 本田尚士, 創造工学研究所, 環境圏の新しい燃焼工学, フジ・テクノシステム, 第1篇, 第4章, 第4節, pp.357-358, 1999
- 5) 本田尚士, 創造工学研究所, 環境圏の新しい燃焼工学, フジ・テクノシステム, 第1篇, 第4章, 第4節, pp.359-363, 1999
- 6) 本田尚士, 創造工学研究所, 環境圏の新しい燃焼工学, フジ・テクノシステム, 第2篇, 第4章, 第2節, pp.918-919, 1999
- 7) 本田尚士, 創造工学研究所, 環境圏の新しい燃焼工学, フジ・テクノシステム, 第1篇, 第4章, 第4節, pp.357, 1999
- 8) 田中勝, 廃棄物処理総論—廃棄物工学の原理と廃棄物処理の問題—, 株式会社NTS, 第13章, 第5項, pp.571-578, 1998
- 9) 株式会社NTS, 飛灰対策—有害物質除去・無害化・再資源化技術—, 第5講, pp.143-144, 1998
- 10) 長崎大学環境科学部、工学部、環境保全センター、福岡大学資源循環環境制御システム研究所, 平成15年度廃棄物処理等科学研究, 総合研究報告書, 新燃焼方式によるダイオキシンフリーの小型焼却炉の開発, pp8-19, 2004
- 11) 環境省総合環境政策局, 環境統計集, ぎょうせい, 第3章, pp.42, 2002
- 12) 長崎大学環境科学部、工学部、環境保全センター、福岡大学資源循環環境制御システム研究所, 平成15年度廃棄物処理等科学研究, 総合報告書, 新燃焼方式によるダイオキシンフリーの小型焼却炉の開発, p49, 2004
- 13) 長崎大学環境科学部、工学部、環境保全センター、福岡大学資源循環環境制御システム研究所, 平成15年度廃棄物処理等科学研究, 総合研究報告書, 新燃焼方式によるダイオキシンフリーの小型焼却炉の開発, pp37-48, 2004