

研究課題名 = 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

研究期間 (西暦) = 2001-2004

代表研究者名 = 武政 剛弘 (長崎大学)

共同研究者名 = 茂地 徹 (長崎大学) 高尾 雄二 (長崎大学) 石橋 康弘 (長崎大学)
田平 泰広 (長崎大学) 長田 純夫 (福岡大学) 大久博道 (福岡大学)

研究目的 = ダイオキシン類等の微量有機物質は燃焼過程、熱回収、ガス冷却過程及び排ガス処理過程において、不完全燃焼生成物の塩素化によって発生すると考えられている。従って、焼却処理におけるダイオキシン類の抑制に際し、まず考えるべき事は「完全燃焼」である。大型炉での完全燃焼技術は幾つかあるが、小型炉で完全燃焼する技術の確立はまだない。

小型焼却炉で完全燃焼を達成する方法として、連続投入と水蒸気噴射の方式に新たに取り付けた拡散ノズルによる炉内での排ガス攪拌効果を組み合わせた新燃焼方式を考案した。この新燃焼方式を確立した後、廃棄物を完全燃焼させるための諸条件及び仕様を決定し、ダイオキシンフリー小型焼却炉の開発を目的とした。

研究方法 = ダイオキシン類等の発生メカニズムは不完全燃焼生成物の塩素化に依るものと考えられている。従って、ダイオキシン類発生の抑制手段としては完全燃焼を行なうことが必要となってくる。平成 15 年度の試作炉は、平成 13、14 年度の試作焼却炉の欠点を解消し、炉の上部と下部に設置した送風機の空気量をインバ - タによって調整した。さらに、新たに設置した攪拌ノズルによって、排ガスの十分な攪拌を行なった。試作炉の構造は平成 13、14 年度と同様に炉壁を二重構造にして、廃棄物を一次燃焼室 (炉の下部) で燃焼させ、二次燃焼室 (炉の上部) 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方式を採用した。

炉内の構造は上述のように、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 L P G 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内筒壁の冷却を行ない、その熱を吸収して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できるようにしている。送風機は内筒と外筒の間に送風をして、炉床から炉内に空気を送り込む構造になっており、同時に内筒壁の冷却を行なっている。平成 15 年度の研究も過去 2 年間と同様に、空気供給量と水供給量を調整し、炉内温度の経時変化と被燃焼物質の相互関係等を精査した。さらに、最終年度の実験では、新しく設置した攪拌ノズルと送風機 2 機による燃焼ガスの混合及び焼却炉内筒の冷却効果について検討した。

結果と考察 = 空気供給量、空気供給位置をそれぞれ可変できる 2 重円筒構造の小型燃焼実験炉を製作し、炉内温度分布、炉内ガス流速分布、被燃焼物質との相互関係等について精査するための送風試験の結果、旋回流が生成されていることがわかった。このことは火炎が炉の中央部に集中すること、すなわち、火炎が炉壁から離れることを示唆するものである。木材を廃棄物として行った燃焼実験を行った結果、着火から 1 分以内に炉内温度が 1000 以上に達し、安定燃焼することがわかった。しかし、燃焼初期の灯油燃焼による HC、CO の発生、燃焼後期の CO の発生に対する改善策が必要である。焼却後の残渣は灰分のみであり、それに含まれるダイオキシン類の濃

度は検出限界値以下であった。この結果は、焼却炉内ではほぼ完全燃焼していることを立証するものである。水蒸気注入による燃焼促進効果に関する明確な結果は得られていないが、その傾向は確認されている。また、水蒸気注入効果を吟味するために、ゴミをメタンに置き換えた数値解析を行った。その結果、燃焼に対する着火時間及び反応時間の短縮が確認された。

空気注入口の追加及び送風機 2 機の設置により、CO、HC 共に大幅に減少した。しかし、点火直後及び燐き火燃焼域における CO、HC の高濃度の検出がみられる。これは、1 次及び 2 次燃焼空気配分、ガスの攪拌に起因するものと推測されるが、CO、HC 濃度とガス温度は可逆の関係にあり、測定結果においても燃焼温度が高温となっている領域では CO、HC ともに濃度が低下している。燐き火及び 2 次空気ガス攪拌用ノズルと多目的な利用を考えている送風機にインバータを追設して、風量を微調整することにより、1 次燃焼及び燐き火燃焼が良好となり、適正風量の再調整によって、CO、HC の減少が確認できた。さらに、1 次燃焼及び燐き火燃焼時に炭化水素系ガス（試験にはプロパンガスを使用）を用いて補完燃焼させることにより、更なる減少が見られた。炉本体の温度（メタル温度）については、200 以下となっており、冷却空気の十分な冷却効果があることが示された。炉本体（内筒）に使用している材料は SUS304 であり、耐熱温度が約 600 である。このことから、SUS304 の本焼却炉への利用が十分に可能であると考えられる。しかし、焼却炉最下部（廃棄物投入口近辺）の燃焼域は、高温になること及び空気攪拌の制御が難しいことから、炉本体（内筒）に火炎が接触し、SUS304 の耐熱温度である 600 以上となることが懸念される。そこで、炉本体の焼却炉最下部（廃棄物投入口近辺）には耐火煉瓦の設置が必要であると考えられる。

結論 = 3 年間の実験で得られた結論は以下のとおりである。

平成 13 年度の達成目標は、空気供給量、空気供給位置をそれぞれ可変できる 2 重円筒構造の小型燃焼実験炉を製作し、炉内温度分布、炉内ガス流速分布、被燃焼物質との相互関係等を精査することを目標とした。その結果、上述した項目について定量的な結果を得るとともに、炉内で旋回流が発生しており、炉内温度を 1100 程度に維持でき、燃焼に対する水蒸気注入効果が存在することを明らかにした。

平成 14 年度の達成目標は、燃焼初期と燃焼終了時（燐き火燃焼時）の不完全燃焼に対する対策と水蒸気点火効果についての検討することを目指した。その結果、燐き火・2 次空気ガス攪拌用ノズルの設置及び炭化水素系ガスを用いた補完燃焼が、燃焼初期と燃焼終了時（燐き火燃焼時）の不完全燃焼に対する有効な対策であることが示され、ダイオキシン類の基準値を十分にクリアーできる状況まで炉の開発は進捗した。

最終年度である平成 15 年度の達成目標は、燃焼物の違いによる排ガス成分の状況やバッチ方式の欠点である燃焼初期と燃焼終了時（燐き火燃焼時）の不完全燃焼を防止するための制御方法等の再検討により、完全型のダイオキシンフリーの小型焼却炉を完成させることとした。その結果、廃木材専焼及び廃木材と廃プラスチック混合の焼却では安定な燃焼が可能であることが示されたが、廃プラスチック専焼は炉内温度が 1000 ~ 1200 に上昇するために、炉内内部壁の熱歪みが発生する危険性があることがわかった。また、LPG ガスの使用により、CO、HC の未燃炭化物の発生抑制ができ、水蒸気噴射によって、サ - マル NOx の発生を抑えることが可能になった。

平成 15 年度に試作した連続投入式小型焼却炉は、流動分解ガス温度、一次燃焼ガス温度共に 800 以上を保持しており、構造基準を満足しているが、今後は市販炉として素人でも簡単に操作できるように改造が必要である。