

可燃限界におけるふく射伝熱の影響評価

システムの創生部門 システムのデザイン分野

酒井清吾, 石井一洋

概要

可燃限界の基礎研究として、低酸素状態での燃焼とセラミックス層からのふく射による熱分解進行に関する実験を行った。研究内容は、セラミックス有機廃棄物界面での伝熱現象を明らかにし、有機廃棄物がどのように分解されるのか、その熱分解機構を解明することである。まず、高温においてセラミックスはふく射をよく放出するが、そのふく射（電磁波）はどの程度まで有機廃棄物に到達し、熱分解に十分なエネルギーを供給するのか実験を行うため、実験装置を構築した。その際には、外部資金として獲得した、受託研究費を充てた。次に、低酸素状態とするために空気流入量を制限し、燃焼が全体に広がらず、熱源近傍での自然域が維持されるための条件選定、また場を還元雰囲気にする事ができるとして導入する負イオンの効果の有無を検討した。今後、実験と共に、燃焼がされるのはどうしてなのか、化学的な解明を数値解析で行う予定である。

1. 背景

一般廃棄物
環境問題、リサイクルへの関心から総排出量、1人当たりの排出量ともに減少傾向にある

図1 ごみ総排出量と1人当たりごみ排出量の推移

有機物を含む廃棄物の処理
分類の煩雑さ、減容処理の際のダイオキシンの生成などの問題点

多大なエネルギー、労力が必要

有炎燃焼を伴わない処理方法 → 機構が複雑、コストがかかる

2. 目的

目的
有炎燃焼を伴わない、効率的なふく射エネルギー利用による有機物熱分解機構を提案し、実現性を検証する

特徴
耐熱性に優れる
高温環境下での熱ふく射性が良い

セラミックス上の微小領域のみ高温に保ち、その領域のみで熱分解反応を進める
炉内の空気を絞り低酸素状態とし燃焼が広がらないようにする

有機廃棄物は無機物のセラミックスとガスに分解

3. 原理

有機物投入直後

図4 構造断面図

- 耐熱性、熱ふく射、断熱性に優れるセラミックスを底に敷く
- 木炭を薄く敷きつめた自然域を作る
- 燃焼が広がらないように空気量を絞り、さらに負イオンを利用する

3. 原理

熱分解中

図4 構造断面図

有機物は自然域に近いほど炭化のスピードが速く、炭化の進行に差が生じ有機物の下部にはすでに炭化が終了した炭化層、上部には炭化が進行中の乾燥層を形成し、乾燥ガスが発生する

3. 原理

熱分解終了後

図4 構造断面図

炭化したものは自然域に落下し自然域は保たれ、ゆっくりと無機物になる

4. 実験装置



4. 実験装置

正面図 **側面図**

図6 実験装置概要

ローにはKEVENSE NR-500を使用し2秒ごとに記録
有機物はペット用トイレのウッドチップが層のセラミックスを使用

5.1 検証実験

図7 実験装置内の温度履歴(空気+負イオン)

最高温度が700°C以下であり比較的低温で装置表面も50~300°C

大掛かりな耐熱処理が不必要

5.1 検証実験

図7 実験装置内の温度履歴(空気+負イオン)

上の有機物が乾燥、炭化し自然域に落下したため温度上昇

有機物の炭化が終了

5.1 検証実験

図7 実験装置内の温度履歴(空気+負イオン)

他の比べ温度変化が緩やか

セラミックスによる蓄熱、断熱がよく効いている

5.2 連続運転

図9 連続運転時の温度履歴

有機物投入

新たに有機物を投入後急激に温度が上昇

投入の際に空気が流れ込み低酸素状態ではなくなってしまった
新たな有機物の重みで自然域に多くの炭化物が入ってしまった

5.2 連続運転

図7 連続運転時の温度履歴

投入の際に空気が流れ込み低酸素状態ではなくなってしまった
新たな有機物の重みで自然域に多くの炭化物が入ってしまった

二重層などを設けてできるだけ空気が入り込まないようにする
一度に大量の有機物を投入しない

6. 結言

有炎燃焼を伴わない、有機物熱分解機構を提案し、それを検証した結果を得た

- 比較的低温で分解が進行するため大掛かりな耐熱設備が不要でありコストが低い
- 同様のシステムである大型の実験装置では排出物に頼しても、ダイオキシン類、ばいじん、塩化水素、硫酸化合物、窒素酸化物は法令の基準値以下である

以上の点から、提案したシステムは有効であると考える

しかしより安全に効率よく有機廃棄物を処理するにはさらなる様々な検証を行う必要がある

7. 今後の課題

初期条件におけるセラミックス層の厚さは装置内の熱バランスに影響があると考えられ、層の厚さを変化させることにより装置内の熱バランスにどのような影響を及ぼすのかを調べ最適な厚さを提案する

酸素の供給を増やせば炎を上げて燃焼する可能性が高く、低酸素状態がどの程度で、緩やかな処理が進行するのかが確認するために、危険でない程度に、通常の燃焼を観察する必要がある

赤熱部の厚さを大きく変化させてセラミックス部の温度履歴を確認し、ある赤熱部厚さ以下になると処理が進行しないことを確認する