

## ガス化溶融炉の燃焼溶融制御システムの開発

森原 隆雄\* 川戸 清之\* 高島 義明\*\*

\* (株)クボタ 環境エンジニアリング事業部 焼却炉技術部  
大阪府大阪市浪速区元町3丁目1番4号なんばAKビル

\*\* (株)クボタ 技術開発研究所  
兵庫県尼崎市浜1丁目1番1号

### 概要

ガス化溶融炉の回転式表面溶融炉(以下、溶融炉と略す)は、ごみ質変動の影響を受けにくく安定した燃焼溶融を行う。しかし、稀ではあるが、炉内溶融面へのチャー過給現象により、瞬時的にCO濃度のピークが発生した。安定燃焼溶融運転を行うための重要な課題の1つが、この現象を抑制することであると考えた。しかし、現象を把握するために炉内のチャー量を知る必要があるが、従来はその指標となりうるセンサがなかった。そのため、まずパルスレーザを利用した非接触式の溶融面高さセンサを開発した。本センサにより瞬時的なCOの発生状況を確認した結果、溶融面高さと炉回転数に依存していることが判った。本センサを利用した制御システムを開発し、実証制御実験を行った結果、CO濃度のピーク発生頻度が低減できた。

### キーワード

ガス化溶融炉、燃焼溶融制御、溶融面高さセンサ

### 1 はじめに

近年、一般廃棄物処理問題として、ダイオキシンの低減、埋立地の不足などが挙げられる。これらの課題を解決するために、ガス化溶融炉が次世代の一般廃棄物処理プラントとして期待されている。図1に示すガス化溶融炉は、一般廃棄物を破砕機で150mm以下に破砕した後、乾燥機で水分を取り、外熱キルンで420~430℃の温度で熱分解する。そして、熱分解残さ(チャー)は、鉄・アルミなどの金属類を回収した後、溶融炉に投入され、1300℃以上の温度で燃焼溶融して、減容化した溶融スラグとして排出される。

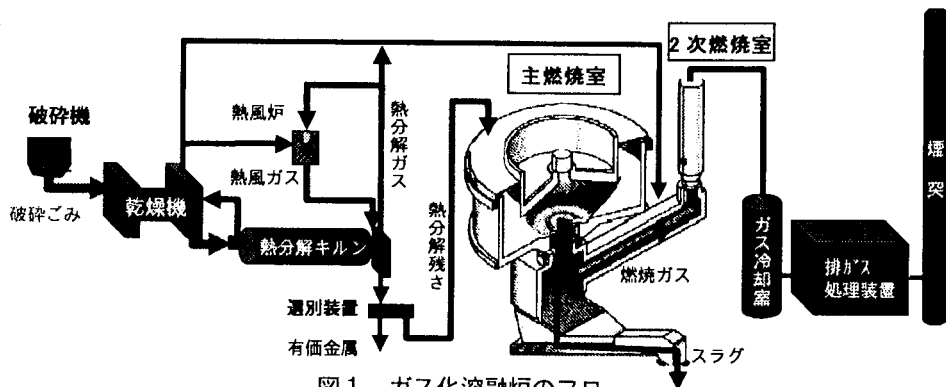


図1. ガス化溶融炉のフロー

### 2 溶融炉の安定運転の課題

通常では燃焼溶融状態は、前処理過程(乾燥機・外熱キルン)でごみの水分が除去されているため、安定している。しかし、時として、炉内溶融面へのチャー過給現象から瞬時的にCO濃度が高くなる現象が発生した(図2参照)。この現象は、炉内監視カメラの画像とCO濃度計測値から確認している。通常運転時、

発生頻度は約 0.5 回/h、瞬時値ピークは 100ppm 以下である。

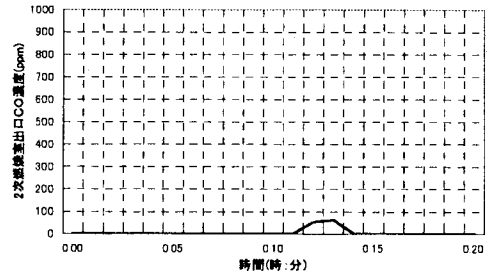


図 2. 瞬時的なCO濃度瞬時値ピーク

### 3 炉内チャー量の計測

前記課題をクリアする手段として、炉内のチャー量を把握することが必須であるが、1300℃以上の高温環境に耐えるセンサがなく、計測できる手段はなかった。そこで、溶融面高さセンサの開発を行った<sup>1)</sup>。図3にその概要を示す。計測原理は、非接触式のレーザーレーダ法を採用した<sup>1)</sup>。溶融炉の天井から溶融面に半導体レーザーのパルス光を照射し、反射光がセンサに戻ってくるまでに要した時間  $t$  を計測することによってセンサ～溶融面の距離  $H_2$  を算出する。この  $H_2$  と既知であるセンサ高さ  $H_1$  から、溶融面高さ  $H_3$  を算出した。

$$H_2 = C \times t / 2 \quad \text{①} \quad (C: \text{光速})$$

$$H_3 = H_1 - H_2 \quad \text{②}$$

炉内では、火災や炉回転によって供給されたチャーの飛散粒子が計測ノイズの原因となる。本センサでは、ノイズを低減するために、以下の対策を講じた。

- ① レーザ光と同波長の光のみを透過するバンドパスフィルタを採用し、他波長のノイズ光を除去した。
- ② 計測時間の短縮(ただし、計測時間>レーザー光パルス幅)によりノイズ光レベルを低減し、S/N比を向上させた。
- ③ 一定時間内の計測値の最小値を得るように信号処理を行い、炉内の火災や飛散粒子の影響が少ない信頼性の高いデータのみを抽出した。

妥当性の評価は、比較検証できるセンサがないため、溶融面高さに最も影響力のあるチャー供給系の炉回転数の挙動に対する本センサの応答を調べた。その結果、炉回転数の変化に対して、計測値が定性的に整合性のある応答をしていることと、基準高さの上下付近を推移していることから、本センサが妥当であると判断した(図4参照)。

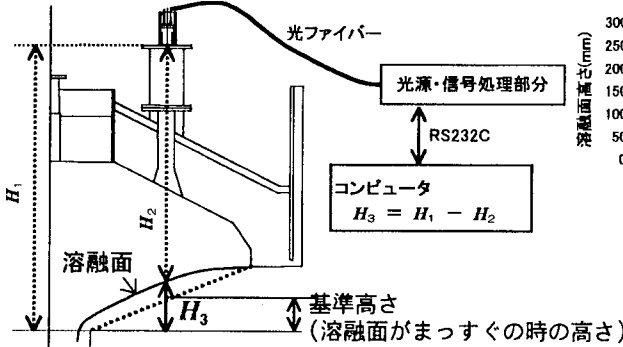


図 3. 溶融面高さセンサ

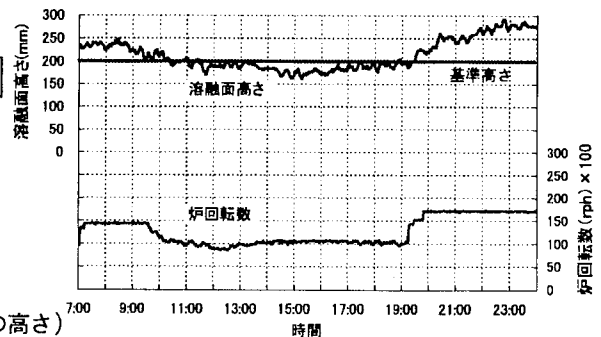


図 4. 溶融面高さ計測結果

### 4 炉内チャー量と瞬時的なCO発生状況

手動運転実験により、溶融面高さと炉回転数のみ運転条件を変えて、CO濃度のピーク発生頻度との関係を調べた。その結果を図5～7に示す。図5と図6から、溶融面が高い時、CO濃度のピーク発生頻度が高くなっていることがわかる。また、図5と図7から、溶融面が高い場合でも、炉回転数が低い時は、CO濃度のピーク発生頻度が低くなっていることがわかる。

従って、CO濃度のピーク発生頻度を低減する方法は以下の通りであると推定した。

- ① 溶融面高さを基準高さ程度にする(炉内のチャー量を過剰にしない)。
- ② 炉回転数に上限を設ける(炉内にチャーを過剰供給しない)。

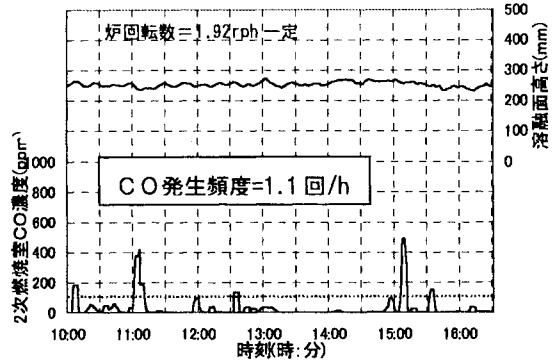


図5. 溶融面が高い時のCO濃度(炉回転数 高い)

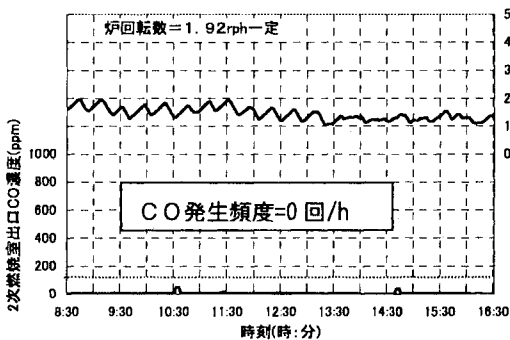


図6. 溶融面が低い時のCO濃度(炉回転数 高い)

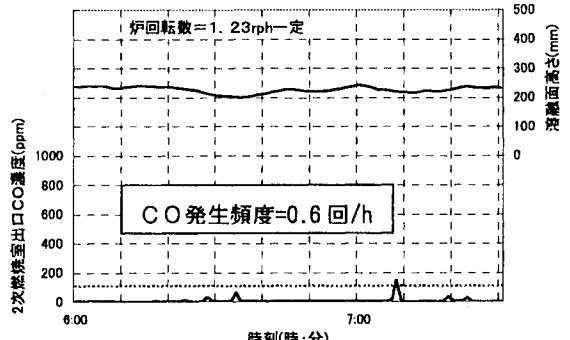
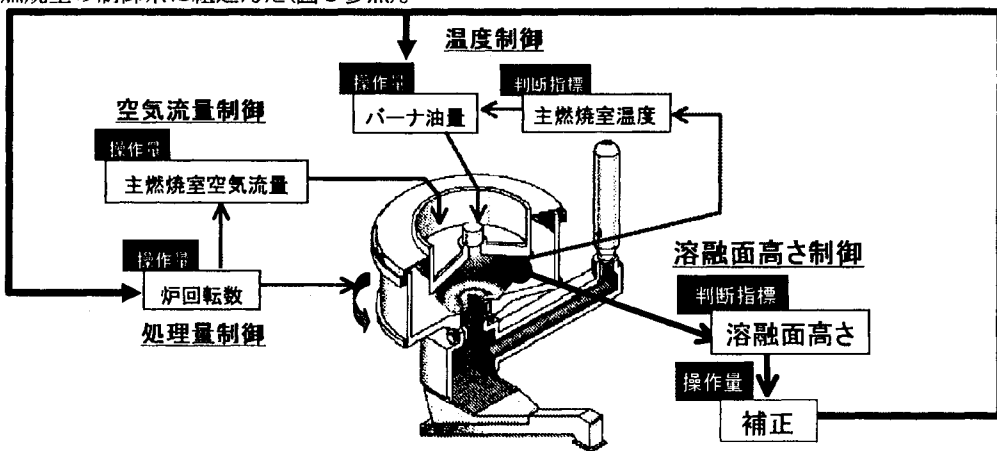


図7. 溶融面が高い時のCO濃度(炉回転数 低い)

### 5 炉内チャー量を判断指標にした燃焼溶融制御アルゴリズム

燃焼溶融制御アルゴリズムは、熱分解キルンとの処理量バランスをとりながら連続溶融運転ができるように、主燃焼室温度、処理量の制御を行っている。これに、前述の結果より、CO濃度のピークの発生原因である炉内チャー量の過多状態の発生を防止するために、溶融面高さセンサに応じて、炉回転数を補正する制御を主燃焼室の制御系に組込んだ(図8参照)。



| 制御系    | 目的                                 |
|--------|------------------------------------|
| 主燃焼室温度 | 主燃焼室温度を目標温度に維持させることによって、溶融状態を確保する。 |
| 処理量    | 熱分解キルンとの処理量バランスをとり、プラント全体の連続運転を行う。 |
| 空気流量   | 処理量に応じた主燃焼室空気流量を供給する。              |
| 溶融面高さ  | 適正な溶融面高さを維持する。                     |

図8. 燃焼溶融制御アルゴリズムの概要

## 6 実証評価実験

ガス化溶融炉の実証プラント(ごみ処理量 20t/d)にて溶融面高さセンサおよび制御アルゴリズムを組み込み、実証評価実験を行った(図 9, 10 参照)。溶融面が高くても炉回転数の低い時は CO 濃度のピーク発生が抑制できることを確認するために、溶融面高さが高い状態から実験を開始した。溶融面高さの変化は約 10mm/h の速度で緩やかに低下し、8 時間後に設定した適正範囲に復帰した。また、100ppm を超えた CO 濃度のピーク発生頻度は 0 回/h となり、良好な制御結果を得た。

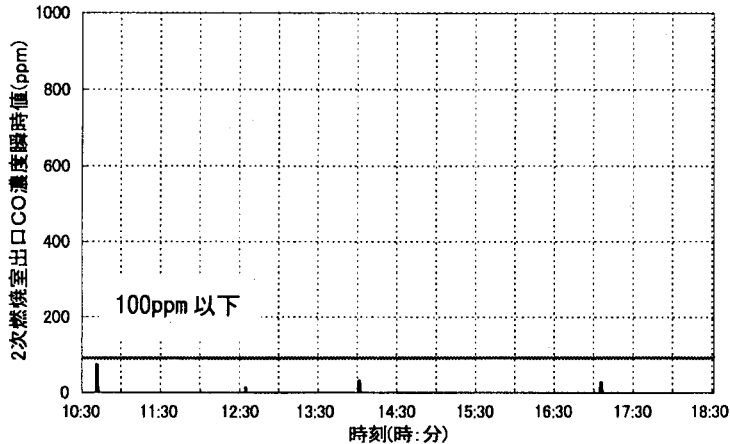


図 9. CO 濃度のピーク発生状況

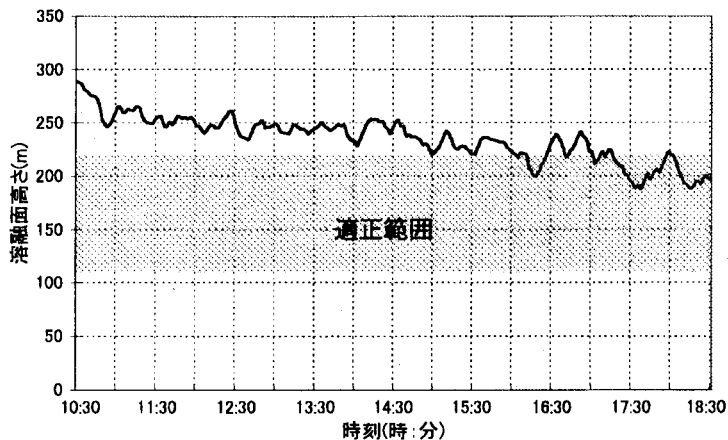


図 10. 溶融面高さ

## 7 まとめ

- ① 非接触のレーザーダ法を利用して、炉内のチャー量の指標となる「溶融面高さセンサ」を開発した。
- ② 溶融面高さや炉回転数が CO 濃度のピーク発生頻度に影響することがわかった。
- ③ 溶融面高さセンサを組み込んだ溶融面高さ制御によって、CO 濃度のピーク発生頻度を低減できることを確認した。

## 参考文献

- 1) 川戸, 森原, 高畠, 七里: ガス化溶融炉の溶融面高さ制御, 第 10 回環境工学シナポジウム 2000 講演論文集, 103-105(2000)
- 2) 藤村: 光計測の基礎, 森本出版, 5-14(1993)