

鶴見工場の処理方式について

1. はじめに

鶴見工場において採用する処理方式について、全国で採用されているごみ焼却工場の処理方式から、これまで廃棄物処理施設建設等委員会の審議の中で培ってきた廃棄物処理施設に対する技術的知見や検証結果を継承し、その後の処理方式に関する技術的な情勢変化の有無、近年のプラントメーカーの受注実績等を踏まえて処理方式の検討を行う。

2. 全国で採用されているごみ焼却工場の処理方式について

環境省から公表されている平成 30 年度廃棄物処理技術情報をもとに、稼働中の全連続燃焼方式で 100 トン/炉/日以上処理能力を有する 282 施設から処理方式を分類したところ表 6-1 のようになった。

表 6-1 全国で採用されている処理方式

| 施設の種類 | 処理方式 | 稼働施設数 | 稼働期間の長い施設 |
|------------------|-------------|---------|----------------------|
| 直接溶融 ガス化溶融・改質 | シャフト式 | 1 9 | 大阪(1996) |
| | 流動床 | 1 2 | 宮城(2002) 埼玉(2002) |
| | 回転式 | 6 | 福岡(2000) |
| | 改質(サーモセレクト) | 1 | 長崎(2005) |
| 直接溶融、ガス化溶融・改質 小計 | | 3 8 | |
| 焼却 | ストーカ式 | 2 1 9 | 北海道(1974) |
| | (うち灰溶融付帯) | (3 2) | |
| | 流動床 | 2 5 | 神奈川(1984) |
| | (うち灰溶融付帯) | (1) | |
| 焼却 小計 | | 2 4 4 | |
| 合 計 | | 2 8 2 | |

本組合の「ごみ焼却工場の整備・配置計画」から炉の稼働期間は 30 年以上が見込まれることを考慮した場合、焼却施設の優位性が高く、その中でもストーカ式の採用事例が非常に多い状況である。

3. これまでの廃棄物処理施設建設等委員会の審議経過について

現在、設備更新中の住之江工場に係る処理方式については、平成 28 年 3 月に大阪市・八尾市・松原市環境施設組合廃棄物処理施設建設等委員会から以下のように答申があった。

「大阪市・八尾市・松原市環境施設組合
住之江工場更新計画における基本方針について（答申）」より抜粋

【住之江工場の処理方式のまとめ】

住之江工場の処理方式を検討するにあたっては、これまで大阪市廃棄物処理施設建設等委員会の審議の中で培ってきた廃棄物処理施設に対する技術的知見や検証結果を継承することとしたため、平成 22 年度に実施した森之宮工場建替計画における処理方式の検討結果を確認するとともに、その後のごみ焼却処理技術に関する情勢の変化の有無、他自治体における契約実績の動向等を確認したところ、森之宮工場検討時と技術的に大きな変化はないことから、ストーカ式が最も優位な処理方式であるとした前回の検討結果を尊重することとした。

また、プラントメーカーを対象に既存建屋の利活用等調査を行い、住之江工場に設置可能な処理方式を調査したところ、ストーカ式以外の回答がなかったことから、住之江工場更新計画における処理方式については、ストーカ式を採用することとした。

上記のとおり、住之江工場更新計画における基本方針についての答申では、平成 23 年 2 月に大阪市廃棄物処理施設建設等委員会から答申を受けた森之宮工場建替計画における処理方式の検討結果を尊重することとし、既存建物に設置可能な処理方式としてストーカ式を採用している。森之宮工場建替計画における処理方式の検討結果は以下のとおりである。

「大阪市環境局森之宮工場建替計画における基本方針について（答申）」より抜粋

【評価項目並びに評価方法について】

新森之宮工場の処理方式の選定にあたっては、「新しいごみ焼却工場のあり方に向けて」、「廃棄物の適正処理と施設の安定稼働に向けて」、「周辺地域に対する配慮と経済性について」といった評価の視点に基づき、以下のとおり評価項目を定めるとともに、それぞれの評価項目について、どのような観点で評価を行うかについて審議を行った。

処理方式の評価項目

（1）新しいごみ焼却工場のあり方に向けて

- ①化石燃料の使用量節減とCO₂排出量の削減、並びに持続可能な循環型社会の構築に寄与
 - ・化石燃料の使用量節減
 - ・温室効果ガス（CO₂）排出量の削減
 - ・廃棄物からの金属等資源回収並びに焼却灰の減容化
- ②廃棄物エネルギーの効率的な生産と最大限の有効活用
 - ・エネルギー回収効率並びにエネルギーの供給

(2) 廃棄物の適正処理と施設の安定稼働に向けて

③環境に配慮した公害防止技術の導入

・排ガス中の公害物質の削減

④廃棄物の適正処理と施設の安定稼働

・ごみ質・処理負荷への対応性 ・ごみ形状への対応性 ・主要部材の耐用年数
・年間の稼働実績

(3) 周辺地域に対する配慮と経済性について

⑤施設の安全・安心な運営

・施設の安全対策 ・近年の建設実績 ・建築面積 ・工場の高さ

⑥施設の経済性

・ライフサイクルを通じたコスト

次に、処理方式の選定における評価手法については、「定性的な評価を行う」、「優良な評価項目数で評価を行う」、「点数方式にて評価を行う」といった評価手法が事務局より提示されたが、幾つかの処理方式の中から1つの処理方式を選定していく上で、説得力のあるものとするには、量的に優劣をつける必要があるという考えから、「点数方式にて評価を行う」こととした。

【評価結果について】

前述のとおり定めた評価項目と、比較対象とする処理方式として、「ストーカ式」「流動床式」「焼却+灰溶融（電気式）」「直接溶融方式（シャフト式）」「ガス化燃焼溶融方式（流動床式）」について、各プラントメーカー並びに自治体への調査結果を整理し、その内容について比較検討を行った。

【各処理方式の比較結果に関する概要】

ストーカ式 総合点 73.1点

ストーカ式については、「化石燃料の使用量節減」「温室効果ガス（CO₂）排出量の削減」「エネルギー回収効率並びにエネルギー供給」や「ごみ形状への対応性」「主用部材の耐用年数」「施設の安全対策」「近年の建設実績」といった面では他の処理方式と比較して高い評価であり、「ごみ質（ごみの発熱量）・処理負荷への対応性」「年間の稼働実績」といった面でも高い評価であった。一方で、「廃棄物からの金属回収並びに焼却灰の減容化」という面では、他の処理方式と比較して低い評価とされた。総合的な評価として、今回設定した前提条件の下では、最も優位な処理方式であると考えられる。

流動床式 総合点 62.8点

流動床式については、「化石燃料の使用量節減」や「主用部材の耐用年数」「施設の安全対策」といった面では他の処理方式と比較して高い評価であり、「ごみ質（ごみの発熱量）・処理負荷への対応性」「年間の稼働実績」といった面でも高い評価であった。

一方で、「ごみの形状への対応性」「近年の建設実績」「工場の高さ」の面で、他の処理方式と比較して低い評価とされた。

総合的な評価として、今回設定した前提条件の下では、ストーカ式に次ぐ評価となった。

直接熔融方式（シャフト式） 総合点 59.5点

直接熔融方式（シャフト式）については、「エネルギー回収効率並びにエネルギー供給」「ごみ形状への対応性」といった面では他の処理方式と比較して高い評価であり、「ごみ質（ごみの発熱量）・処理負荷への対応性」「年間の稼働実績」といった面でも高い評価であった。

一方で、「化石燃料の使用量節減」「温室効果ガス（CO₂）排出量の削減」等、副資材として投入するコークスに由来する項目、並びに「工場の高さ」「ライフサイクルを通したコスト」の面で、他の処理方式と比較して低い評価とされた。

焼却+灰熔融（電気式） 総合点57.9点

焼却+灰熔融（電気式）については、「廃棄物からの金属回収並びに焼却灰の減容化」「施設の安全対策」「近年の建設実績」といった面では、他の処理方式と比較して高い評価であり、「ごみ質（ごみの発熱量）・処理負荷への対応性」の面でも高い評価であった。

一方で、「エネルギー回収効率並びにエネルギー供給」「主要部材の耐用年数」「建築面積」「ライフサイクルを通したコスト」の面で、他の処理方式と比較して低い評価とされた。

ガス化燃焼熔融方式（流動床式） 総合点 54.4点

ガス化燃焼熔融方式（流動床式）については、「廃棄物からの金属回収並びに焼却灰の減容化」では他の処理方式と比較して高い評価であり、「年間の稼働実績」の面でも高い評価であった。

一方で、「ごみの形状への対応性」「主用部材の耐用年数」「建築面積」「工場の高さ」「ライフサイクルを通したコスト」といった面で他の処理方式と比較して低い評価とされた。

【新森之宮工場の処理方式について】

「新しいごみ焼却工場のあり方」「廃棄物の適正処理と施設の安定稼働」並びに「周辺地域に対する配慮と経済性」といった評価の視点と、今回設定した評価項目と配点に基づき総合的に比較検討した結果、新森之宮工場の処理方式としては、最も高得点を獲得したストーカ式が、最も優位な処理方式であるとした。

4. 近年の受注実績について

住之江工場更新計画における処理方式の検討時以降の受注実績(平成26年度以降の受注実績)について、処理方式毎に整理を行ったものを表6-2に示す。

表6-2 平成26年度以降の受注実績

| | ストーカ式 | ストーカ+ 電気式灰溶融 | 流動床式 | ガス化燃焼 溶融方式 (流動床式) | 直接溶融方式 (シャフト式) | 計 |
|----|-------|-----------------|------|-------------------------|-------------------|-----|
| A社 | 4件 | | | | | 4件 |
| B社 | 4件 | | | | | 4件 |
| C社 | 7件 | 1件 | | | | 8件 |
| D社 | | 1件 | | | | 1件 |
| E社 | 4件 | | | | | 4件 |
| F社 | 1件 | | | | | 1件 |
| G社 | 1件 | | | | | 1件 |
| H社 | | | | | 3件 | 3件 |
| 計 | 21件 | 2件 | 0件 | 0件 | 3件 | 26件 |

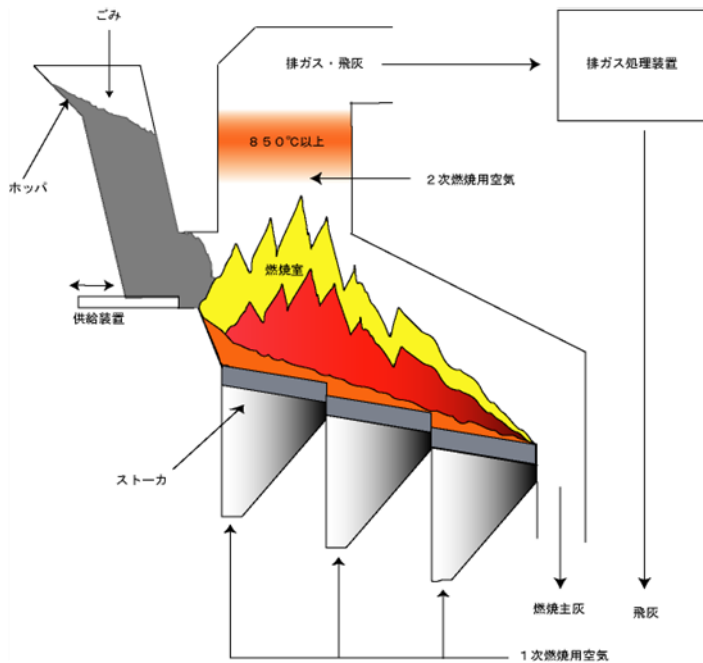
※各プラントメーカーHPより、平成26年度以降で100ト/炉/日以上を受注実績を抽出。

5. まとめ

- ・ストーカ式については、全国の採用実績が多く長期間の安定した稼働実績がある。
- ・処理方式については、住之江工場更新計画時と同様、森之宮工場検討時と技術的に大きな変化はない。
- ・直接溶融方式(シャフト式)については、近年の受注実績においてもストーカ式に次ぐ実績がある。

ごみ処理方式の概要

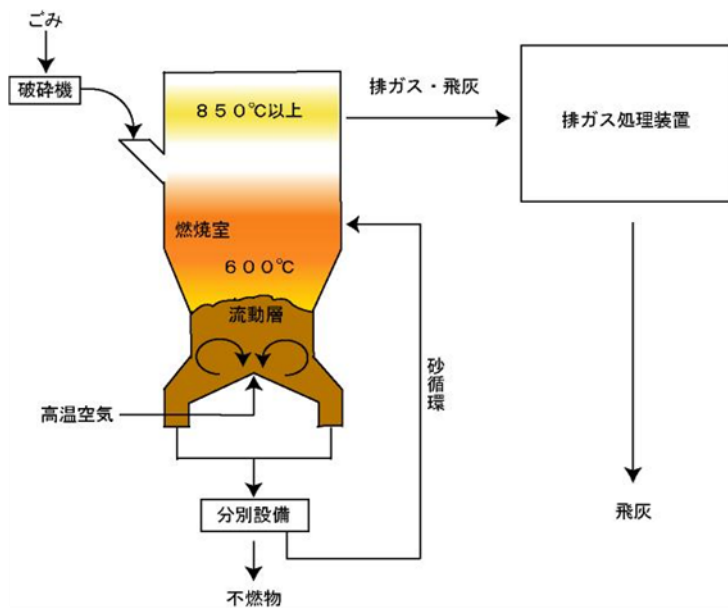
焼却方式 ストーカ式の概要



- ◇方式の概要◇
- ごみを火格子（ストーカ）の上で移動させながら、燃焼する方式。
 - 火格子下より燃焼空気を入れ、ごみの持つエネルギーだけで燃焼する。
 - 完全燃焼した後、灰（焼却主灰）として排出される。
 - 燃焼ガス中に飛散した灰分の一部（飛灰）は、排ガス処理装置で捕集し、薬剤処理後排出される。

- ◇方式の特徴◇
- 全国の焼却施設で小型炉～大型炉まで最も採用実績が多い。
 - ごみ質（発熱量）の変動への対応が容易である。
 - 焼却灰はそのまま排出されるため、有効利用できず最終処分場に埋立てることとなる。
 - 灰熔融設備やセメント原料化前処理設備を設置すれば、「熔融スラグ化」や「エコセメント化」が出来て、焼却灰を有効利用することも可能。

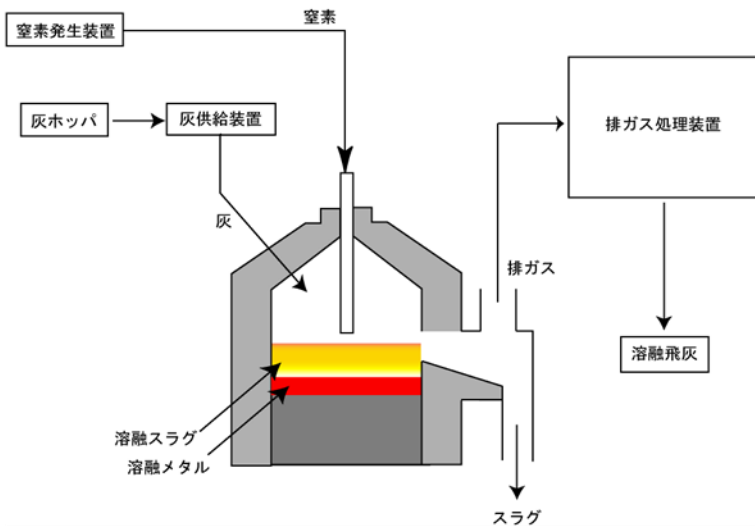
焼却方式 流動床式の概要



- ◇方式の概要◇
- 炉内にある砂などの高温の流動媒体を下から空気を入れることで攪拌し、ごみを浮遊燃焼させる方式。
 - 流動層下部より燃焼用高温空気を入れ、ごみの持つエネルギーだけで燃焼する。
 - 焼却された灰は分別設備で不燃物と砂に分けられ、砂は循環使用される。
 - 炉から排出される飛灰は、排ガス処理装置で捕集し、薬剤処理後排出される。

- ◇方式の特徴◇
- 炉内に可動部がなく、起動時間が短い。
 - 金属類は未酸化の状態で回収することが可能。
 - 投入するごみの大きさを均一化する必要があり、破砕機が必要となる。
 - ごみが投入されると流動層内は一時的に空気不足状態となるなど、空気の過不足が生じ、炉圧やCO発生量が大きく変動する。
 - ごみ質（発熱量）の変動への対応が難しい。
 - 飛灰が多く、集じん機の負担が大きい。

灰溶融（電気式）の概要



◇方式の概要◇

- 電気式とは溶融熱源として電力を利用する方法。
- 電気式にはプラズマ方式、アーク方式、電気抵抗方式などがある。
- 溶融スラグは出湯口から連続的あるいは間欠的に排出される。
- 溶融スラグは用途に応じて水冷スラグ、空冷スラグ、徐冷スラグにされる。
- 冷やされた溶融スラグは磁選機により金属とスラグに分けられる。

[プラズマ方式]

- 炉上部のプラズマトーチに荷電してアーク放電を発生させ、これにガスを通ずことで高温のプラズマガスを発生させ加熱溶融させる。

[アーク方式]

- 炉上部の電極に電圧を加えて高温のアークプラズマを発生させ加熱溶融させる。

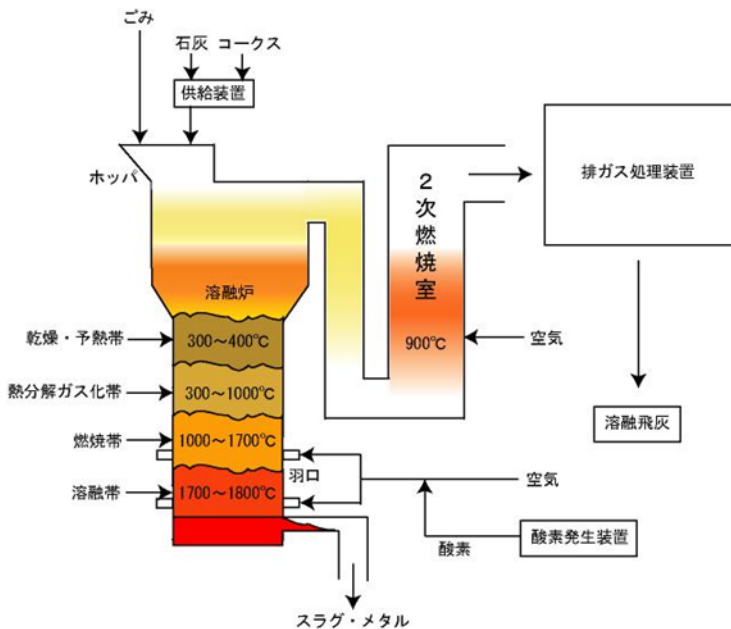
[電気抵抗方式]

- 炉上部から挿入された電極に電圧をかけ焼却灰に電流を流し電気抵抗熱（ジュール熱）を発生させて加熱溶融する。

◇方式の特徴◇

- 炉上部に付いているプラズマトーチあるいは電極は消耗するため、定期的に取り替える必要がある。
- 溶融には多量の電力が必要であるため、主に発電設備を備えたプラントで採用される。

ガス化溶融方式 直接溶融方式（シャフト式）の概要



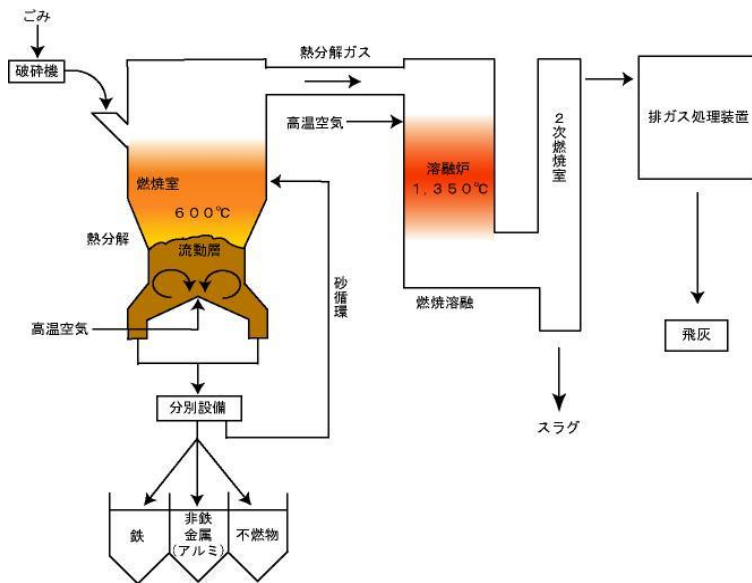
◇方式の概要◇

- ごみをガス化燃焼するためのガス化部と灰の溶融部を一体構造とした方式。
- 炉上部からごみと共にコークス及び石灰が投入される。
- ごみは乾燥・予熱帯で水分が蒸発された後、炉内を降下し熱分解・ガス化される。
- 熱分解後に残った不燃物はコークスと共に燃焼、溶融帯へと降下する。コークスは炉下部に設置した羽口から供給される空気及び酸素により燃焼され、高温の燃焼帯を形成し灰分は完全に溶融される。
- 溶融物は炉底部より出され、冷やされて粒状のスラグとメタルになる。
- 排ガス処理の過程で発生する溶融飛灰は、薬剤処理後排出される。（薬剤処理ではなく、再溶融することもある。）

◇方式の特徴◇

- ガス化溶融方式の中で最も設置数が多く、実績がある。
- 化石燃料による持ち込み熱量があるため、発電量は多い。
- 燃焼にコークス及び石灰を使用するため、CO₂排出量が多い。
- 化石燃料の高騰に伴う処理コストの高騰リスクが高い。
- 酸素発生装置に多量の電気が必要になるため、所内電力消費量が多い。

ガス化溶融方式 ガス化燃焼溶融方式（流動床式）の概要



◇方式の概要◇

- ガス化炉内にある砂などの高温の流動媒体を下から高温空気を入れることで攪拌し、上部から供給されるごみを高温の砂と接触させることでガス化し、熱分解ガスとチャー（炭）を後段の溶融炉にて燃焼させ、残渣を溶融する方式。
- 排ガス処理の過程で発生する溶融飛灰は、薬剤処理後排出される。
（薬剤処理ではなく、再溶融することもある。）

◇方式の特徴◇

- 金属類（鉄・アルミ）は未酸化の状態での回収が可能。
- 投入するごみの大きさを均一化する必要があり、破碎機が必要となる。
- ガス化溶融には、ごみの熱分解ガスとチャー（炭）を利用するが、熱量が足りない場合は外部燃料を投入することとなる。