

令和5年8月24日

掛川市・菊川市衛生施設組合  
管理者 掛川市長 久保田 崇 様

新廃棄物処理施設建設に伴う焼却方式選定委員会  
委員長 藤吉 秀昭

新廃棄物処理施設建設に伴う焼却方式の選定について（報告）

新廃棄物処理施設建設に伴う焼却方式選定委員会設置要綱に基づき、新廃棄物処理施設の焼却方式を選定したので、下記のとおり報告します。

記

本委員会は、新廃棄物処理施設の焼却方式の選定にあたり、貴組合の選定方針及び特殊事情を踏まえ、主に「安心・安全」、「安定性」、「循環型社会貢献」、「脱炭素社会貢献」、「経済性」、「制約等」の観点から慎重に審議、検討、評価を行い、その結果、以下に示す方式を、新廃棄物処理施設の焼却方式として選定しました。

- 焼却方式（ストーカ式）

以上

## 評価の結果

## 1 焼却方式の選定方針と本組合特殊事情

### (1) 焼却方式の選定方針

本組合における焼却方式の選定方針は、以下のとおりである。

- 近年の全国的な採用実績を踏まえ、安全、安心、安定的な施設稼働が期待できること
- 脱炭素社会を見据え、環境負荷の少ない方式であること
- 経済性が高く、運転管理が効率的かつ容易であること

### (2) 本組合の特殊事情

本組合においては、現在のガス化溶融施設の南側用地を活用して新廃棄物処理施設を建設することから、敷地の制約あり、複数の施設、複合施設の建設は困難であると考えられる。

## 2 焼却方式の評価方法

- ① 6つの大項目、大項目の下に中項目を設定。
- ② 中項目ごとに焼却施設の特徴を整理したうえで、大項目ごとに「◎」(特に優れる)、「○」(やや優れる)、「△」(標準的)の三段階評価を実施。
- ③ 評価結果を数値化。(◎=5、○=3、△=1)
- ④ 大項目ごとに重みづけ(倍率)を設定。
- ⑤ 大項目ごと数値化された評価結果に重みづけ(倍率)を乗じ、合計点を総合評価結果とした。

## 3 各焼却方式の評価結果

| 大項目         | 重みづけ | 焼却施設<br>(ストーカ式) | 焼却施設<br>(流動床式) | ガス化溶融<br>施設(流動<br>床式) | ガス化溶融<br>施設(シャフ<br>ト式) | メタン化施<br>設+焼却施<br>設(ストーカ<br>式) |
|-------------|------|-----------------|----------------|-----------------------|------------------------|--------------------------------|
| 安心・安全       | 2    | ◎               | △              | ○                     | ○                      | △                              |
|             |      | 5               | 1              | 3                     | 3                      | 1                              |
| 安定性         | 1    | ○               | ○              | △                     | ○                      | ○                              |
|             |      | 3               | 3              | 1                     | 3                      | 3                              |
| 循環型社会<br>貢献 | 2    | ○               | ○              | ○                     | ○                      | △                              |
|             |      | 3               | 3              | 3                     | 3                      | 1                              |
| 脱炭素社会<br>貢献 | 2    | ○               | ○              | △                     | △                      | ◎                              |
|             |      | 3               | 3              | 1                     | 1                      | 5                              |
| 経済性         | 1    | ◎               | ◎              | ○                     | △                      | △                              |
|             |      | 5               | 5              | 3                     | 1                      | 1                              |
| 制約等         | 2    | ◎               | ◎              | △                     | ○                      | △                              |
|             |      | 5               | 5              | 1                     | 3                      | 1                              |
| 合計          |      | 40              | 32             | 20                    | 24                     | 20                             |

※合計の計算方法：大項目に付した評価(数値化)に重みづけを乗じ、縦に合計する。

◆ 焼却方式の比較結果

| 区分      |                        | 焼却施設(ストーカ式)                                                                     | 焼却施設(流動床式)                                                                                          | ガス化溶融施設(流動床式)                                                                                                            | ガス化溶融施設(シャフト式)                                                                        | メタン化施設+焼却施設(ストーカ式)                                                              |
|---------|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| 概要図     |                        |                                                                                 |                                                                                                     |                                                                                                                          |                                                                                       |                                                                                 |
| 大項目     | 中項目                    |                                                                                 |                                                                                                     |                                                                                                                          |                                                                                       |                                                                                 |
| 安全・安心   | 安全性                    | 安全に運転・停止するシステムが確立している。                                                          | 安全に運転・停止するシステムが確立している。                                                                              | 安全に運転・停止するシステムが確立している。                                                                                                   | 安全に運転・停止するシステムが確立している。                                                                | 安全に運転・停止するシステムが確立している。                                                          |
|         | 信頼性<br>(施設の自治体発注実績)    | 実績(H25~R4) 100t/日以上<br>発注件数 90件(84.9%)                                          | 実績(H25~R4) 100t/日以上<br>発注件数 1件(0.9%)                                                                | 実績(H25~R4) 100t/日以上<br>発注件数 5件(4.7%)                                                                                     | 実績(H25~R4) 100t/日以上<br>発注件数 7件(6.6%)                                                  | 実績(H25~R4) 100t/日以上<br>発注件数 3件(2.8%)                                            |
|         | 評価                     | ◎<br>安全に運転されており、採用実績が最も多く相対的な信頼性が最も高い。                                          | △<br>安全に運転されているが、採用実績が少ない。                                                                          | ○<br>安全に運転されており、採用実績もある程度あり相対的に信頼性がある。                                                                                   | ○<br>安全に運転されており、採用実績もある程度あり相対的に信頼性がある。                                                | △<br>現在は安全に運転されているが、初期トラブルの発生がみられ、安定的な稼働に至るまでに経験と工夫が必要。                         |
| 安定性     | 燃焼特性                   | 連続した安定運転が可能。<br>燃焼状態の変動が少なく、安定した処理が可能。                                          | 連続した安定運転が可能。<br>瞬間燃焼であるが、安定した燃焼コントロール技術が確立している。                                                     | 連続した安定運転が可能。<br>複合システム(ガス化+燃焼)であり安定燃焼のために高度な運転管理が必要。                                                                     | 連続した安定運転が可能。<br>立ち上げ、立ち下げ時には高度な操炉技術が必要。                                               | 燃焼特性については、焼却施設(ストーカ式)と同等。                                                       |
|         | 処理対象物への対応              | 通常の可燃ごみの場合、比較のごみ質を選ばない(サイズ、熱量)。                                                 | 前処理によるごみ質の均一化が必要。流動砂層により汚泥等の混焼には有利。                                                                 | 低質ごみに対しては、助燃が必要となる場合がある。                                                                                                 | 助燃材を使用するため、ごみ質の変動に関する制約は少ない。                                                          | プラスチック選別により水分の多い生ごみ中心のごみ質となっても、ピット内での積み分けや焼却炉とメタン発酵ラインの稼働率調整により対応可能。            |
|         | 低負荷運転への対応              | メーカーにより若干異なるが、どのタイプでも量的低負荷に対しては80%程度までは対応可能。熱低負荷に対しては助燃材で対応。                    | 投入物の均一化と比熱の高い流動砂により、量的低負荷に対しては、ストーカ炉以上に対応できると思われる。熱低負荷に対しては、助燃材で対応。                                 | 量的低負荷に対しては対応可能。熱低負荷に対しては、溶融エネルギー確保のため大量の助燃材で対応。                                                                          | 量的低負荷に対しては、助燃材の使用により対応可能。熱低負荷に対しては助燃材で対応。                                             | 焼却炉側は、焼却施設(ストーカ式)と同等。                                                           |
|         | 評価                     | ○<br>安定的な運転に問題はない。                                                              | ○<br>前処理に留意することにより、安定的な運転は可能。                                                                       | △<br>自己熱溶融限界が他方式より高いが、安定的な運転は可能。                                                                                         | ○<br>安定的な運転に問題はないが、助燃材投入量により安定性を維持する方式である。                                            | ○<br>ごみ組成の変動などに対応することにより安定的な運転は可能。                                              |
| 循環型社会貢献 | 資源物の回収量                | 焼却灰からの金属回収及び焼却灰の資源化(セメント化など)が可能であるが、地域特性上、資源化施設が近隣に少ない。<br>飛灰については、資源化施設が近隣にない。 | 残渣のほとんどは飛灰であり、資源化施設が近隣にない。<br>炉下に排出されるボトムアッシュ(不燃物)からは、金属類等の回収が可能であるが、脱硫、脱塩用の媒体も多く排出されるため、選別等が必要となる。 | ガス化段階での鉄・アルミ回収等が可能のため、ストーカ方式と比べると酸化が進んでおらず良質な金属の回収が可能。<br>スラグについては、地域特性上、有効利用先の確保・維持が困難である。現有施設のスラグも利活用先の確保・維持が困難となっている。 | 溶融メタルは再利用できる可能性がある。<br>スラグについては、地域特性上、有効利用先の確保・維持が困難である。現有施設のスラグも利活用先の確保・維持が困難となっている。 | 焼却灰については、焼却施設(ストーカ式)と同等。<br>希釈水を含む発酵残渣については、地域特性上、下水道放流が出来ないことから、焼却炉で処理することが必要。 |
|         | 最終処分率※1<br>(焼却残渣量÷焼却量) | 実績(R3)<br>焼却灰+飛灰:最小8.1%~最大14.8%                                                 | 実績(R3)<br>不燃物等+飛灰:最小7.3%~最大12.8%                                                                    | 実績(R3)<br>飛灰:最小3.2%~最大6.6%<br>溶融スラグ:最小2.8%~最大8.2%                                                                        | 実績(R3)<br>飛灰:最小1.9%~最大4.6%<br>溶融スラグ:最小5.1%~最大10.0%                                    | 実績(R3)<br>焼却灰+飛灰:最小10.5%~最大11.8%                                                |
|         | 評価                     | ○<br>地域特性上、焼却灰の資源化にはコストがかかる。<br>最終処分量は比較的多い。                                    | ○<br>地域特性上、焼却残渣のほとんどを占める飛灰の資源化が困難であり、最終処分をすることとなる。最終処分場でのトラブル防止が必要。                                 | ○<br>地域特性上、スラグの有効利用は困難。<br>スラグ以外の最終処分量は比較的小さい。                                                                           | ○<br>地域特性上、スラグの有効利用は困難。<br>スラグ以外の最終処分量は比較的小さい。                                        | △<br>地域特性上、焼却灰の資源化にはコストがかかる。希釈水を含む発酵残渣も再利用は困難。<br>最終処分量は比較的多い。                  |

◆ 焼却方式の比較結果（つづき）

| 区分                                             |                                   | 焼却施設(ストーカ式)                                                  | 焼却施設(流動床式)                                                            | ガス化溶融施設(流動床式)                                                       | ガス化溶融施設(シャフト式)                                                               | メタン化施設+焼却施設(ストーカ式)                                                                                             |       |
|------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 脱炭素<br>社会<br>貢献                                | 燃料使用量                             | 燃料の使用量は少ない。炉の立ち上げ、立ち下げ時に助燃が必要。                               | 燃料の使用量は最も少ない。短期間(1-2日間程度)の休炉であれば助燃は不要。                                | 流動床炉は焼却施設(流動床式)と同様。加えて溶融炉でも低質時及び立ち上げ立ち下げ時に助燃が必要。                    | 助燃材を常時使用する。                                                                  | 燃料使用量については、焼却施設(ストーカ式)と同等。発生したメタンガスを焼却施設の二次燃焼用として利用することも可能。                                                    |       |
|                                                | 発電効率・エネルギー生産効率                    | 発電効率は他方式と同等。エネルギー生産効率はガス化溶融施設に比べて高い。                         | ストーカ方式と同様。                                                            | 発電効率は他方式と同等。エネルギー生産効率は焼却施設に比べて低い(自己消費量が多い)。                         | 発電効率は他方式と同等。エネルギー生産効率は各方式の中で最も低い(自己消費量が多い)。                                  | ガスエンジンによる発電・熱回収によりエネルギー生産効率を高めることが可能。                                                                          |       |
|                                                | 施設運転に伴う二酸化炭素排出量(ごみ焼却由来分を除く)       | 助燃に必要な燃料使用がほとんどないため、施設立ち上げ立ち下げ時の燃料使用由来に限定されることから、二酸化炭素量は少ない。 | 助燃に必要な燃料使用がほとんどないため、施設立ち上げ立ち下げ時の燃料使用由来に限定されるが、二酸化炭素量はストーカ式より多い。       | 施設立ち上げ立ち下げ時の燃料使用以外にも、ごみ質(低質)によって助燃材の使用が必要であり、二酸化炭素排出量は多い。           | 施設立ち上げ立ち下げ時の燃料使用以外にも、助燃材を常時使用するため、二酸化炭素排出量は最も多い。                             | 焼却時の二酸化炭素排出量は、焼却施設(ストーカ式)と同等。メタン発酵により生じるバイオガスを電気に転換する等によりカーボンフリーのエネルギーを製造できる点が大きなメリット。                         |       |
|                                                | 評価                                | ○<br>二酸化炭素排出量は少ない。                                           | ○<br>二酸化炭素排出量は少ない。                                                    | △<br>二酸化炭素排出量は多い。                                                   | △<br>二酸化炭素排出量は最も多い。                                                          | ◎<br>二酸化炭素排出量は最も少ない。                                                                                           |       |
| 経済性<br>数値は<br>相対比<br>較のため<br>の参考値<br>である<br>※2 | 建設工事費                             | 100                                                          | 100                                                                   | 99.8                                                                | 122.2                                                                        | 140                                                                                                            |       |
|                                                | 維持<br>管理費                         | 定期点検補修費                                                      | 100                                                                   | 100                                                                 | 268.5                                                                        | 177.3                                                                                                          | 360※4 |
|                                                |                                   | 運転管理費                                                        | 100                                                                   | 100                                                                 | 195.7                                                                        | 234.7                                                                                                          |       |
|                                                |                                   | 用役費※3                                                        | 100                                                                   | 100                                                                 | 194.3                                                                        | 343.5                                                                                                          |       |
| 評価                                             | ◎<br>建設工事費、維持管理費ともに、経済的であると判断できる。 | ◎<br>建設工事費、維持管理費ともに、経済的であると判断できる。                            | ○<br>建設工事費は焼却施設と同程度であるが、維持管理費は焼却施設より高価。焼却施設に比べ腐食・摩耗が激しく、メンテナンス性が良くない。 | △<br>建設工事費、運転管理費、用役費は高額で、全体的にコスト高となる。焼却施設に比べ腐食・摩耗が激しく、メンテナンス性が良くない。 | △<br>メタン化施設1施設+焼却施設1炉の構成となるため、全量焼却の場合の2炉構成と比較すると高額となる。維持管理費は公開された情報が得られていない。 |                                                                                                                |       |
| 制約等                                            | 災害廃棄物の制約                          | 受入廃棄物の制約は少ない。                                                | 受け入れは可能だが、廃棄物のサイズをある程度小さくする必要がある。                                     | 受け入れは可能だが、廃棄物のサイズをある程度小さくする必要がある。ごみ質の変動には運転に注意が必要。                  | 受入廃棄物の制約は最も少ない。                                                              | 受け入れは可能だが、ごみ質の変動には運転に注意が必要。                                                                                    |       |
|                                                | 建築面積※2                            | 100                                                          | 100                                                                   | 160.2                                                               | 160.2                                                                        | 148.7※5                                                                                                        |       |
|                                                | 評価                                | ◎<br>災害廃棄物の受け入れ等は可能。建築面積が最も小さく、施設配置が容易である。                   | ◎<br>災害廃棄物の受け入れ等は可能。建築面積は、ストーカ式と同等、施設配置が容易である。                        | △<br>ごみ質の変動に注意が必要である。ガス化炉と溶融炉の2つの炉から構成されるため、建築面積が広くなる。              | ○<br>受入廃棄物の変動やごみ質の変動に対しては、優れた対応性がある。ガス化炉と溶融炉の2つの炉から構成されるため、建築面積が広くなる。        | △<br>災害廃棄物の受け入れに関しては、ごみ質の調整が必要。メタン化施設1施設+焼却施設1炉の構成となるため、建築面積が広くなる。また、バイオガスを精製・貯留するための設備(建築面積に含まれない)を配置する敷地も必要。 |       |

※1 令和3年度一般廃棄物処理実態調査結果(環境省)を基にした施設別の最小値、最大値。(1自治体ご複数施設がある場合等、1施設の焼却残渣量が把握できない施設を除外した。)なお、最終処分率は、**重量ベース**での割合を示す。

※2 建設工事費、定期点検補修費、運転管理費、用役費、建築面積については、一般廃棄物全連続式焼却施設の物質収支・エネルギー収支・コスト分析(北海道大学)の平均値、焼却施設(ストーカ式と流動床式)を一括りとした値として掲載されていたため、今回の比較において、ストーカ式と流動床式は、同値とした。また、建築面積については、ガス化溶融施設(流動床式とシャフト式)を一括りとした値として掲載されていたため、今回の比較において、流動床式とシャフト式は、同値とした。なお、本比較検討においては、各焼却方式を相対的に評価することから、**焼却方式(ストーカ式)を100とした場合の相対比較**を示す。

※3 薬品費・用水費・燃料費・電気代の合計。

※4 メタン化施設+焼却施設(ストーカ式)の維持管理費については、「先行事業事例」を基に計算した。なお、参考とする事例が少なく、定期点検補修費、運転管理費、用役費の内訳を詳細に算出することが困難であることから、維持管理費全体の額を比較対象とし、**焼却方式(ストーカ式)の維持管理費(定期点検補修費、運転管理費、用役費の合計)を300とした場合の相対比較**を示す。

※5 メタン化施設+焼却施設(ストーカ式)の建築面積については、「メタンガス化施設整備マニュアル(改訂版)平成29年3月/環境省」を基に計算した。