

各処理方式の比較

1. 環境保全性

比較項目	焼 却		焼却+灰溶融	ガス化溶融			ガス化改質	炭 化
	焼却（ストーカ）	焼却（流動床）	焼却（ストーカ又は流動床）+灰溶融	流動床式ガス化溶融	キルン式ガス化溶融	シャフト式ガス化溶融	ガス精製方式	キルン式又は流動床式炭化
（1）公害防止条件	<ul style="list-style-type: none"> ・最新のごみ焼却施設の公害防止条件を確実に達成できる技術水準にある。 ・排ガス量については本方式を基準に比較する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・同左 ・排ガス量は焼却（ストーカ）と同程度 	<ul style="list-style-type: none"> ・同左 ・排ガス量は灰溶融炉からの発生分だけ多く、トータルの環境負荷は焼却（ストーカ）よりやや大きい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・同左 ・排ガス量は焼却（ストーカ）と同程度。ただし、ごみの発熱量が低くなると助燃が必要となり、その燃焼に伴う排ガス分だけ排ガス量が多くなり、環境負荷が増加する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・同左 ・排ガス量は焼却（ストーカ）と同程度。ただし、ごみの発熱量が低くなると助燃が必要となり、その燃焼に伴う排ガス分だけ排ガス量が多くなり、環境負荷が増加する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・同左 ・排ガス量はコークス（コークスベッドタイプの場合）やLPG（ノンコークスタイプの場合）の燃焼に伴う排ガス分だけ排ガス量が多くなるため、環境負荷は焼却（ストーカ）よりやや大きい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・同左 ・廃棄物の加熱にLPGを用い、その燃焼に伴う排ガスが発生する。熱分解ガスは精製した上で回収するため、排ガス量はストーカより小さい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・同左 ・排ガス量は焼却（ストーカ）と同程度。ただし、ごみの発熱量が低くなると助燃が必要となり、その燃焼に伴う排ガス分だけ排ガス量が多くなり、環境負荷が増加する。
（2）地球温暖化防止（二酸化炭素排出量）	<ul style="list-style-type: none"> ・本方式を基準に比較する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・直接排出量は焼却（ストーカ）と変わらないが、電力使用量が若干多く、その分だけ排出量が多くなる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・灰溶融炉で燃料を使用するタイプでは、焼却（ストーカ）及び焼却（流動床）よりそれぞれ排出量が多くなる。 また、電気式灰溶融炉では電力使用量等が多く（灰1t当たり1,000kW程度）、その分だけ排出量が多くなる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・直接排出量は焼却（ストーカ）と変わらないが、電力使用量が大きく、その分だけ排出量が多くなる。また、ごみの発熱量が低くなると助燃が必要となるため、その燃焼に伴うCO₂が増加する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・直接排出量は焼却（ストーカ）と変わらないが、電力使用量が大きく、その分だけ排出量が多くなる。また、ごみの発熱量が低くなると助燃が必要となるため、その燃焼に伴うCO₂が増加する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・焼却（ストーカ）よりコークスやLPGの燃焼に伴うCO₂発生量が多い。 	<ul style="list-style-type: none"> ・焼却（ストーカ）よりLPGの燃焼に伴うCO₂発生量が多い。 	<ul style="list-style-type: none"> ・直接排出量は焼却（ストーカ）と変わらないが、電力使用量が大きく、その分だけ排出量が多くなる。また、ごみの発熱量が低くなると助燃が必要となるため、その燃焼に伴うCO₂が増加する。

2. 安全性、信頼性

比較項目	焼 却		焼却+灰溶融	ガス化溶融			ガス化改質	炭 化
	焼却（ストーカ）	焼却（流動床）	焼却（ストーカ又は流動床）+灰溶融	流動床式ガス化溶融	キルン式ガス化溶融	シャフト式ガス化溶融	ガス精製方式	キルン式又は流動床式炭化
(1) 有害物質の発生抑制対策	<ul style="list-style-type: none"> ・ダイオキシン類発生抑制対策 ダイオキシン類の排出抑制対策は、下記のとおりである。 ①発生抑制：燃焼制御（高温燃焼、完全燃焼）により、ダイオキシン類の発生を抑制する。 ②再合成防止：高温の燃焼排ガスを急速に冷却することにより、ダイオキシン類の再合成を抑制する。 ③分解、除去：排ガス処理装置でダイオキシン類を除去、分解することができる。 ・その他の有害ガスの発生抑制対策 ①窒素酸化物、硫黄酸化物、塩化水素などの有害ガスは排ガス処理装置で捕集、除去することができる。 							
	<ul style="list-style-type: none"> ・一定の耐震設計に基づく設計が可能であり、大地震を想定した発注をすれば、地震による建物や機器の損傷は回避できる。 ・設定した震度における自動停止システムを組み込むことにより、さらに安全性が高まる。 							
(2) 防災対策	<ul style="list-style-type: none"> ・フェールセーフ（電源断時に排ガスダンパが安全サイドに切り替わるなど）の設計思想により、安全に停止するシステムが確立している。 							
・非常時の対策	・停電後、空気の供給を停止することで、ごみの活発な燃焼は速やかに終了するが、炉内のごみの残留量が多いため、未燃ガスの発生は継続する。ただし、発生量は多くない。	・炉内のごみの残留量が少なく、砂層の高温状態が維持されるため、停電後ごみの燃焼及び未燃ガスの発生は速やかに停止する。	・焼却炉の状態は左記のとおり。 ・灰溶融炉からはもと未燃ガスの発生は少ないため、停電後ガスの発生は速やかに停止する。	・ガス化炉内のごみの残留量が少なく、砂層の高温状態が維持されるため、停電後熱分解ガスの発生は速やかに停止する。	・ガス化炉内のごみの残留量が多いため、停電後も熱分解ガスが発生する。ただし、キルンの加熱源も停止するため、熱分解反応は長く続かない。	溶融炉内のごみの残留量が多く、コークスの熱源が存在するため、熱分解反応が長く継続し、熱分解ガスの発生が続く。	・精製ガスの補完等取り扱いの面で他方式よりも安全に留意知る必要がある。 ・ガスが発生した場合は、非常用のフレアスタックで焼却処理し、排出する。	【キルン式】 ・炭化炉内のごみの残留量が多いため、停電後も熱分解ガスが発生する。ただし、キルンの加熱源も停止するため、熱分解反応は長く続かない。 【流動床式】 ・炭化炉内のごみの残留量が少なく、砂層の高温状態が維持されるため、停電後熱分解ガスの発生は速やかに停止する。
	・その他対策				・一酸化炭素などの有害ガスを含む熱分解ガスが常時発生しているため、ガス漏れ等に対し、十分な対策が必要である。			
(3) 作業安全性	・作業の安全性は確保されている。	・作業の安全性は確保されている。	・作業の安全性は確保されている。	・作業の安全性は確保されている。	・作業の安全性は確保されている。	・出さい作業が危険作業であり、専門作業者が実施する。	・作業の安全性は確保されている。	・作業の安全性は確保されている。

3. 安定稼働性

比較項目	焼 却		焼却+灰溶融	ガス化溶融			ガス化改質	炭 化
	焼却（ストーカ）	焼却（流動床）	焼却（ストーカ又は流動床）+灰溶融	流動床式ガス化溶融	キルン式ガス化溶融	シャフト式ガス化溶融	ガス精製方式	キルン式又は流動床式炭化
（1）年間稼働日数	・国の目安である280日（停止日数85日）を確保できる。	・同左	・同左	・同左	・同左	・同左	・同左。	【キルン式】280日の実績はない。 【流動床式】・同左
（2）連続稼働日数	・連続稼働日数は90日以上可能	・連続稼働日数は90日以上可能	・焼却炉の連続稼働日数は90日以上可能 ・灰溶融炉は90日以上可能であるが、灰溶融炉の能力より灰の量が少ないため、実質的に長期連続運転は行われていない。	・連続稼働日数は90日以上可能	・連続稼働日数は90日以上可能	・連続稼働日数は90日以上可能	・安定稼働が確保されていない施設がある。	【キルン式】連続運転実績は14日程度 【流動床式】 ・連続稼働日数は90日以上可能
（3）施設の事故、故障	・大きな事故事例はない。	・大きな事故事例はない。 ・安定燃焼を確保するために前処理破砕機を設置する場合、ごみの詰り等のトラブルの可能性はある。	・灰溶融炉では、炉壁の穴あきによるスラッグの流出事故、溶融電極からの水漏れによる水蒸気爆発などの事例がある。 ・安定燃素を確保するため前処理破砕機を設置する流動床式焼却炉の場合、ごみの詰り等のトラブルの可能性はある。	・大きな事故事例はない。 ・ごみの詰りによる炉停止後の再起動時に給じん装置で爆発した事例がある。 ・安定燃焼を確保するため前処理破砕機を設置する場合、ごみの詰り等のトラブルの可能性はある。	・大きな事故事例はない。 ・前処理破砕機でのごみの詰り等のトラブルの可能性はある。	・炉壁の穴あき事例がある。 ・機種により同左の可能性はある。	・フレアスタックの爆燃事故がある。 ・前処理破砕機でのごみの詰り等のトラブルの可能性はある。	・異物噛み込み事故。 ・灰固化物から基準を超える水銀が検出された。 ・前処理破砕機でのごみの詰り等のトラブルの可能性はある。
（4）運転管理体制	・従来からある機種であり、直営の実績は多い。	・従来からある機種であり、直営の実績は多い。	・焼却炉は、直営の実績は多い。 ・灰溶融炉は、高度な運転管理が必要であり、委託するケースが多い。	・高度な運転管理が必要であるため、委託が多い。	・高度な運転管理が必要であるため、委託が多い。	・高度な運転管理が必要であるため、委託が多い。		・直営、委託の実績がある。

4. 本市の処理システムへの影響

比較項目	焼 却		焼却+灰溶融	ガス化溶融			ガス化改質	炭 化
	焼却（ストーカ）	焼却（流動床）	焼却（ストーカ又は流動床）+灰溶融	流動床式ガス化溶融	キルン式ガス化溶融	シャフト式ガス化溶融	ガス精製方式	キルン式又は流動床式炭化
<p>（1）処理技術の条件</p> <p>①生活環境の保全に配慮したものであること。</p> <p>②全ての可燃ごみが処理可能であること。</p> <p>③可燃ごみの処理処分が市内で完結する見込みであること。</p> <p>④循環型社会形成及び地球温暖化防止に資すること。 【資源回収性】</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・環境負荷の低減や施設周辺の生活環境の保全に対応可能な技術。 ・処理可能。 ・焼却残渣を資源化できるセメント会社が市内にあり、完結できる。 ・生成物（焼却灰）の利用が可能で循環型社会の形成に資する。 ・他方式と比較して、処理に多量の電力や化石燃料を必要としない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・同左 ・処理可能。 ・同左 ・生成物（焼却灰）の利用が可能で循環型社会の形成に資する。 ・処理に多量の電力や化石燃料を必要としない。（ストーカより電力使用量は大きい） 	<ul style="list-style-type: none"> ・同左 ・処理可能。 ・溶融スラグの利用が市内で対応できない。県内でも対応事例が少ない。 ・生成物（溶融スラグ）の利用は可能だが、市内・県内で利用先を探すことが困難。 ・安定稼働が困難。施設の規模が小さい（概ね 50t/日程度となる見込み）から、発電電力の使用は不可能であり、化石燃料を大量に消費し溶融する。温暖化防止に逆行する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・同左 ・処理可能。 ・同左 ・同左 	<ul style="list-style-type: none"> ・同左 ・処理可能。 ・同左 ・同左 	<ul style="list-style-type: none"> ・同左 ・処理可能 ・同左 ・同左 	<ul style="list-style-type: none"> ・同左 ・処理可能 ・同左。・精製ガスの利用は可能だが、規模が小さいので安定供給が難しい。 ・同左。精製ガスの安定利用先を探すことも困難。 	<ul style="list-style-type: none"> ・同左 ・廃プラスチックの処理ができない。 ・炭化物の資源化・利用が市内で対応できる。 ・生成物（炭）の利用が可能で循環型社会の形成に資する。 ・焼却と比べ、処理に多量の電力や化石燃料を必要とし、温暖化防止に逆行する。
<p>（2）想定施設規模（50t/日程度）への対応</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・小規模施設での実績が多く、対応可能。 	<ul style="list-style-type: none"> ・小規模施設での実績が多く、対応可能。 	<ul style="list-style-type: none"> ・灰溶融炉で燃料を使用するタイプになるので、化石燃料を大量消費することになり、適さない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ごみの持つエネルギーを利用して焼却残渣を溶融する技術なので、本来は小規模施設には適さない。小規模の実績はあるが、自然自溶とせず、化石燃料を多く使用している。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ごみの持つエネルギーを利用して焼却残渣を溶融する技術なので、小規模施設には適さない。電力及び化石燃料の使用が大きい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・同左（コークス、LPGを常用するシステムなので、化石燃料使用量はさらに多い） 	<ul style="list-style-type: none"> ・同左 	<ul style="list-style-type: none"> ・小規模施設でも対応可能だが、焼却と比べ、電力及び化石燃料の使用が大きい。

5. エネルギー回収性

比較項目	焼 却		焼却+灰溶融	ガス化溶融			ガス化改質	炭 化
	焼却（ストーカ）	焼却（流動床）	焼却（ストーカ又は流動床）+灰溶融	流動床式ガス化溶融	キルン式ガス化溶融	シャフト式ガス化溶融	ガス精製方式	キルン式又は流動床式炭化
(1) エネルギー回収、省エネルギー性	<ul style="list-style-type: none"> ・小規模施設でも廃熱ボイラを設置することにより、蒸気タービン駆動が可能。 ・小規模発電設備を設置することにより、自己消費電力を削減する発電が可能。ただし、コストがかかる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・小規模施設でも廃熱ボイラを設置することにより、蒸気タービン駆動が可能。 ・小規模発電設備を設置することにより、自己消費電力を削減する発電が可能。ただし、コストがかかる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・同左（溶融するならばエネルギー回収は望めない） 	<ul style="list-style-type: none"> ・同左 	<ul style="list-style-type: none"> ・同左 	<ul style="list-style-type: none"> ・同左 ・コークスベッド式の場合、コークスを多量に投入することにより小規模の発電ができるが、化石燃料を更に多量に消費することになる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・精製ガスによりガスエンジンを駆動させ発電は可能だが、規模が小さいので、不安定となる。コストがかなり大きい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・発電は難しい。
(2) 熱回収	<ul style="list-style-type: none"> ・蒸気供給、温水供給が可能。 	<ul style="list-style-type: none"> ・同左 	<ul style="list-style-type: none"> ・同左 	<ul style="list-style-type: none"> ・同左 	<ul style="list-style-type: none"> ・同左 	<ul style="list-style-type: none"> ・同左 	<ul style="list-style-type: none"> ・同左 	<ul style="list-style-type: none"> ・熱回収は温水をつくることが可能。

6. 経済性（参考）

比較項目	焼 却		焼却+灰溶融	ガス化溶融			ガス化改質	炭 化
	焼却（ストーカ）	焼却（流動床）	焼却（ストーカ又は流動床）+灰溶融	流動床式ガス化溶融	キルン式ガス化溶融	シャフト式ガス化溶融	ガス精製方式	キルン式又は流動床式炭化
(1) 建設費 (53t/日)※1 小規模施設の実績(H14～H22 契約、40t/日～80t/日)	約 2,916 百万円 4,467～6,537 万円/t (平均 5,502 万円/t)	データなし	約 3,810 百万円 4,414～9,963 万円/t (平均 7,190 万円/t)	約 2,878 百万円 3,247～6,813 万円/t (平均 5,430 万円/t)	データなし	約 3,041 百万円 5,361～6,113 万円/t (平均 5,737 万円/t)	データなし	約 3,731 百万円 4,057～9,134 万円/t (平均 7,040 万円/t)
建設単価実績 ※1 データ全体	1,435～9,211 万円/t (平均：約 4,763 万円/t)	4,480～6,152 万円/t (平均：約 5,316 万円/t)	1,996～9,963 万円/t (平均：約 4,354 万円/t)	1,875～7,368 万円/t (平均：約 4,801 万円/t)	2,877～8,200 万円/t (平均：約 5,208 万円/t)	2,972～9,415 万円/t (平均：約 5,231 万円/t)	4,667 万円/t	4,057～9,134 万円/t (平均約 7,040 万円/t)
(2) 維持管理費 ※2 ・用役費	約 2,108 百万円/20 年 ・電力使用量は処理ごみ 1t 当たり 150～200kWh	約一百万円/20 年 ・電力の使用量が若干(20kWh 程度)多いため、用役費は焼却(ストーカ)よりやや高い。	約 3,127 百万円/20 年 ・電気式溶融の場合は処理ごみ 1t 当たり 100kWh 程度電力を余分に使用する。燃料式溶融の場合は処理ごみ 1t 当たり 30 程度程度の燃料(灯油等)を使用するため、用役費は高くなる。	約 3,564 百万円/20 年 ・電力の使用量は処理ごみ 1t 当たり 250～300kWh 程度であり、用役費はやや高くなる。また、ごみの発熱量が低くなると助燃の費用もかかる。	約一百万円/20 年 ・電力の使用量は処理ごみ 1t 当たり 350～400kWh 程度であり、用役費はやや高くなる。また、ごみの発熱量が低くなると助燃の費用もかかる。	約 3,672 百万円/20 年 ・電力の使用量は処理ごみ 1t 当たり 250～300kWh 程度であり、用役費はやや高くなる。また、コークス等の副資材が必要で、その費用もかかる。	約一百万円/20 年	約 3,968 百万円/20 年 ・電力の使用量は処理ごみ 1t 当たり 350～400kWh 程度であり、用役費はやや高くなる。また、ごみの発熱量が低くなると処理ごみ 1t 当たり 20～30 程度の燃料(灯油等)を使用するため、用役費は高くなる。
・点検・補修費	・年間補修費は、稼働後 5 年目より施設建設費の 3～5% の場合が多いが、補修に対する考え方によって大きく異なるため、単純には比較できない。 ・15 年間の累計値は約 40% 強。20 年間では約 50～70% 程度と推定。							
(3) 必要運転人員数	17～25 名 ・2 炉構成の場合直勤務は 1 班 3～5 名が多い。	17～25 名 ・2 炉構成の場合直勤務は 1 班 3～5 名が多い。	25～33 名 ・灰溶融炉運転のため的人员が必要であり、2 炉構成の場合直勤務は 1 班 5～7 名が多い。	17～25 名 ・2 炉構成の場合直勤務は 1 班 3～5 名が多い。	17～25 名 ・同左	17～29 名 ・2 炉構成の場合直勤務は 1 班 3～5 名が多いが、間欠出滓式のコークスベッド方式では出滓のための人員が 2～3 名必要であり、1 班 6 名程度とすることが多い。		17～25 名

※1：環境省：入札/契約支援データベース公表版(H22 年度)より作成 施設規模 40t/日以上 80t/日未満の建設単価(処理能力 1t/日当たりの建設費)

※2：用役費、人件費は、計画条件によって変わる。他事例からの想定した参考値。(ここでは人件費は含んでいない)

7. その他

※1：環境省：入札／契約支援データベース公表版(H22年度)より作成

比較項目	焼 却		焼却+灰溶融	ガス化溶融			ガス化改質	炭 化		
	焼却（ストーカ）	焼却（流動床）	焼却（ストーカ又は流動床）+灰溶融	流動床式ガス化溶融	キルン式ガス化溶融	シャフト式ガス化溶融	ガス精製方式	キルン式又は流動床式炭化		
(1) 近年の設置実績（稼働開始年） (施設数) 過去6年間に稼働開始した施設数 (回答分施設)	H18	0	H18	4	H18	4	H18	0	H18	1
	H19	1	H19	5	H19	3	H19	0	H19	0
	H20	1	H20	2	H20	6	H20	0	H20	0
	H21	3	H21	3	H21	1	H21	1	H21	0
	H22	1	H22	2	H22	2	H22	3	H22	0
	H23	1	H23	1	H23	0	H23	2	H23	0
	合計	7	合計	17	合計	16	合計	0	合計	1
			注：平成9年の厚生省課長通知で補助要件として指定されて以降平成17年に交付金制度となるまで、国庫補助金の条件として灰溶融が必須だった。	同左	同左	同左				
(2) プラントメーカーの参加可能性	実績豊富な参加可能メーカーが多い。	実績豊富な参加可能メーカーはあるが、積極的な参入は最近は少ない。(流動床焼却炉を選定する事例がほとんど無いため)。	小規模施設 ^{注)} ではほとんど参加する見込みがない。	参加可能なメーカーがある。	小規模施設 ^{注)} では参加する見込みがない。	参加可能なメーカーがある。	プラントメーカーは撤退している。	参加可能なメーカーがある。		
(3) 前処理としての破碎処理の必要性	不要	破碎または破袋が必要	ストーカ、流動床式と同様	必要	必要	不要(初期には必要とされていたメーカーもあり)	必要	必要		

注) 小規模施設：50～60t/日よりも小さい施設規模を想定している。