

処理方式の検討について

1 焼却施設の処理方式

焼却施設の処理方式は、基本構想を踏まえ、「ストーカ式焼却方式」、「流動床式焼却方式」、「シャフト式ガス化溶融方式」、「流動床式ガス化溶融方式」「焼却+メタン発酵方式」の5方式について、施設整備の基本的な考え方である「理念1：環境保全に配慮し地球温暖化防止に貢献する施設」「理念2：安全・安心・安定的な処理が確保できる施設」「理念3：災害廃棄物等処理への対応ができる施設」「理念4：経済性に優れた施設」の4つの視点から評価を行いました。

表1 焼却施設の処理方式比較

	焼却方式		ガス化溶融方式		焼却+メタン発酵方式	
	ストーカ式	流動床式	シャフト式	流動床式		
想定施設規模	<ul style="list-style-type: none"> 施設規模は495t/日 処理量は120,986t/年 	<ul style="list-style-type: none"> 施設規模は495t/日 処理量は120,986t/年 	<ul style="list-style-type: none"> 施設規模は495t/日 処理量は120,986t/年 	<ul style="list-style-type: none"> 施設規模は495t/日 処理量は120,986t/年 	<ul style="list-style-type: none"> メタン発酵設備は、エネルギー回収型廃棄物処理施設整備マニュアル（環境省）に基づき「50t/日」と想定。メタン発酵による減量が10%と仮定し、45t/日は焼却対象として戻りがあると想定。したがって、焼却部分の規模は490t/日（1%減）と想定。 焼却処理量は119,776t/年（1%減） 	
理念1：環境保全に配慮し地球温暖化防止に貢献する施設	排ガス中の有害物質	◎自動燃焼制御、有害物質除去装置、ろ過式集じん器（バグフィルタ）等により、法規制値より厳しい公害防止条件に対応可能。	◎瞬時燃焼であり、排ガス中の有害物質濃度はごみ質の変動を受けやすいが、排ガス処理設備により一定の対応が可能。	◎ストーカ式焼却方式に同じ。	◎流動床式焼却方式に同じ。	◎ストーカ式焼却方式に同じ。
	排ガス量	○排ガス量は、ガス化溶融と比べて同程度か少し多い。（空気比1.3～1.5程度）	○排ガス量は、ガス化溶融と比べて同程度か少し多い。（空気比1.3～1.5程度）	◎低空気比運転により排ガス量は少ない。（空気比1.3程度）	◎低空気比運転により排ガス量は少ない。（空気比1.3程度）	○焼却施設の規模が若干小さくなる（約5t/日減）ため、ガス量が若干小さくなるが、ストーカ式焼却方式と基本的には同じ（空気比1.3～1.5程度）である。
	排水・悪臭・騒音・振動	◎プラント排水は、施設内で循環利用し、無放流とすることが可能。ただし、発電効率の向上のためには循環利用をしないことが望ましい。悪臭は、稼働時にごみピットの悪臭空気を燃焼空気として使用し、酸化脱臭した後、煙突から放出するため対応可能。（休炉時は脱臭装置にて対応。）騒音・振動は、低騒音機器の採用、独立基礎、防音壁、サイレンサー等により対応可能。	◎同左	○悪臭・騒音・振動は、焼却方式と同等であるが、排水は、スラグ冷却のために水を使用することから排水処理量が大きくなる。	○同左	◎悪臭・騒音・振動はストーカ式焼却方式と同じく、設備により対応可能であるが、発酵において水を使用するため排水処理量が大きくなる。
最終処分量の減量化	△主灰・飛灰は処理量あたり約12%である。（内訳は、主灰が約8%、キレートを含む搬出飛灰量が約4%である。）※	△主灰・飛灰は処理量あたり約12%である。（内訳は、主灰が約3%、キレートを含む搬出飛灰量が約9%である。）※	○キレートを含む搬出飛灰量は、処理量あたり約4%である。※	○キレートを含む搬出飛灰量は、処理量あたり約4%である。※	△ストーカ式焼却方式に同じ。	
エネルギー回収の有無	◎蒸気、温水での熱回収が可能であり、また発電も可能である。	○蒸気、温水での熱回収が可能であり、また発電も可能である。ただし、瞬時燃焼のため蒸気量の変動があり、発電が安定しない可能性がある。	△蒸気、温水での熱回収が可能であり、また発電も可能である。ただし、大量の補助燃料（コークス）が必要であり、エネルギー消費が大きい。	△蒸気、温水での熱回収が可能であり、また発電も可能である。ただし、補助燃料が必要である場合は、エネルギー消費が大きくなる。	◎メタンガスによる発電（350kWh/処理t以上）により総合効率はストーカ式焼却方式を上回る。	
資源回収の有無	△回収できる資源物はない。	△回収できる資源物はない。	○JIS基準への適合が可能なスラグ・メタルを生成する。（処理量あたり、スラグ発生量は約9%、メタル発生量は約1.3%※）	○JIS基準への適合が可能なスラグ・メタル等が生成される。処理量あたり、スラグ発生量は約3%、メタル発生量は約0.5%※）	△ストーカ式焼却方式に同じ。	
エネルギー・回収資源の利用先確保の容易さ	◎余熱利用設備の整備により、利用先確保は比較的容易。	◎同左	△スラグは、路盤材やコンクリート骨材などの利用が可能であるが、安定的な利用先の確保が必要である。	△同左	◎ストーカ式焼却方式に同じ。	
省エネルギー	◎処理量あたりの電気使用量は、ガス化溶融に比べて小さい。（平均179kWh/t※）	◎同左	△処理量あたりの電気使用量は、焼却に比べて大きい。（平均346kWh/t※）	△同左	○焼却方式に対してメタン発酵に係る動力分が大きくなる。	
温室効果ガス	○CO ₂ は焼却に伴い発生するが、発電分のCO ₂ 削減に貢献可能。	○CO ₂ は焼却に伴い発生するが、発電分のCO ₂ 削減に貢献可能。	△CO ₂ は焼却に伴い発生するが、発電分のCO ₂ 削減に貢献可能。ただし、補助燃料としてコークスが必要であり、コークス由来のCO ₂ が発生する。	△CO ₂ は焼却に伴い発生するが、発電分のCO ₂ 削減に貢献可能。ただし、ごみの自己熱での溶融が困難である場合、補助燃料が必要であり、補助燃料由来のCO ₂ が発生する。	◎直接排出は、焼却方式と同等であるが、発電分のCO ₂ 削減量は大きい。	
建築面積	◎規模あたりの建築面積は、ガス化溶融と比べて小さい。（約6,600㎡）	◎規模あたりの建築面積は、ガス化溶融と比べて小さい。（約6,100㎡）	△規模あたりの建築面積は、焼却と比べて大きい。（約7,200㎡）	△規模あたりの建築面積は、焼却と比べて大きい。（約7,200㎡）	△焼却方式に比べ、メタン発酵+ガス発電設備があり大きい。（約8,600㎡）	

		焼却方式		ガス化溶融方式		焼却+メタン発酵方式
		ストーカ式	流動床式	シャフト式	流動床式	
理念2：安全・安心・安定的な処理が確保できる施設	ごみ質変動への対応	◎ 緩やかな燃焼により対応可能。雑多なごみが混じっていても処理が可能。	△ 瞬時燃焼であるため、ごみ質や量によって、発生する排ガスへの影響が大きい。また、破碎(前処理)によりごみを10～30cmにする必要がある。特に泥状廃棄物の焼却に適している。	◎ 可燃物だけでなく不燃物にも対応可能。	△ 瞬時燃焼であるため、ごみ質や量によって、発生する排ガスへの影響が大きい。また、破碎(前処理)によりごみを10～30cmにする必要がある。特に泥状廃棄物の焼却に適している。	◎ 対応可能であるが、発酵不適物が多い場合にスクリーン部における閉塞トラブルが生じやすい。
	ごみ量変動への対応	○ ごみピット及び運転管理によって対応が可能。(処理方式によって差はない。)	○ 同左	○ 同左	○ 同左	○ 同左
	事故・緊急停止時の安全性・危機管理	◎ 緊急停止時には施設が安全に自動停止するシステムを備えている。爆発を起こしうる可燃性ガスの取り扱いもない。	◎ 同左	○ 焼却と同様、緊急時には安全に自動停止が可能。ただし、長期停止をすると、炉内においてスラグ固化が起きる場合がある。	○ 同左	○ 焼却方式と基本的に同じである。ただし、対応可能であるが、発酵不適物が多い場合にスクリーン部における閉塞トラブルが生じやすい。
	維持管理性	◎ 施設全体の機器の自動運転が可能であり、省力化が可能。	◎ 同左	○ 焼却と同様、自動運転による省力化が可能。ただし機器点数が多く、複雑であるため、より高度な技術が必要。	○ 同左	△ 焼却方式と基本的に同じである。ただし、メタン発酵関連設備についての維持管理が加わることになる。
	他都市実績 ※平成15～30年度竣工の施設を対象に調査	◎ 竣工済が約120件(平成31年4月現在)、うち本市と同程度の規模(1炉あたり150t/24h以上)は33件と多く、可燃ごみの処理方式として一般的であり、最も採用事例が多い。	△ 平成17年度～平成24年度まで新設事例がなく、平成25年度以降も竣工済が2件(平成31年4月現在)と実績が少ない。また、本市と同程度の規模(1炉あたり150t/24h以上)の新設事例は平成13年度竣工の施設以降ない。	○ 竣工済が約40件(平成31年4月現在)と実績は少なくない。うち本市と同程度の規模(1炉あたり150t/24h以上)は7件である。最終処分場の確保が困難な都市で採用される事例が多い。	△ 竣工済が約30件(平成31年4月現在)と実績は少なくない。うち本市と同程度の規模(1炉あたり150t/24h以上)は3件である。最終処分場の確保が困難な都市で採用される事例が多い。	△ 近年、国から補助金が優遇されるなど推進されている方式であり、竣工済が2件(平成31年4月現在)とまだ実績は多くない。
理念3：災害廃棄物等処理への対応ができる施設	災害廃棄物処理への対応可能性	◎ 処理対象廃棄物が広範であり、災害時の災害廃棄物の処理対応が可能である。	○ 対応可能。ただし破碎によりごみを10～30cmにする必要がある。	◎ 炉内はかなりの高温となるため、ホップ入り口を通過できるものであれば、金属製品であっても投入可能で、災害廃棄物への対応性は最も高い。	○ 可燃物だけでなく不燃物にも対応可能であるため、災害廃棄物には有効。ただし破碎によりごみを10～30cmにする必要がある。	◎ ストーカ式焼却方式に同じ。
	災害時のエネルギー供給	◎ 処理量あたり余剰電力量はガス化溶融と比べて多いため、災害時のエネルギー供給可能量も多い。	◎ 同左	○ 処理量あたり余剰電力量は焼却と比べると少ないため、災害時のエネルギー供給可能量も比較的少ない。	○ 同左	◎ ストーカ式焼却方式に同じ。
理念4：経済性に優れた施設	建設費、定期整備補修費、運転管理委託費、薬剤・用水・燃料・電気代、灰の埋立処分費用、売電収入、交付金、一般廃棄物処理事業債における交付税措置 上記の総費用(20年間)とストーカ式焼却方式を基準とした費用を比較した比率を記載。	◎ 1 (基準)	◎ 1.0倍	△ 2.4倍	△ 2.2倍	○ 1.2倍
総合評価	◎：特に優れている、○：優れている △：やや劣る	◎ 環境保全性、処理の安定性、経済性にも優れている。他都市での実績も多い。	△ ごみ質変動の影響を受けやすく、他都市での実績が少ない。	△ 建設費・維持管理費が高く、経済性が低い。コークス由来のCO ₂ 発生量が多い。	△ 維持管理費が高く、経済性が低い。同程度規模の他都市実績が少ない。	△ 環境保全性に優れているが、施設建築面積が大きい。また、他都市での実績も少ない。

※ 処理量あたり電気使用量、主灰・飛灰発生量、スラグ発生量・メタル発生量、建設費及び維持管理費、規模あたり建築面積については、研究論文「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」(2012年3月 北海道大学 松藤敏彦)の調査結果を参考として設定した。焼却方式については、同調査では、内訳がストーカ式：86%、流動床式：13%であった。調査結果では、ストーカと流動床を一括りとした値として掲載されていたため、ストーカ式焼却方式と流動床式焼却方式は、経済性において同値とした。

※ ストーカ式焼却方式の発電電力量は83,352MWh/年(操炉計画シミュレーションより)、余剰電力量は48,344MWh/年(所内率42%：「廃棄物発電導入マニュアル」(新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO))より引用)とした。ガス化溶融方式の場合の余剰電力量は、上記研究論文において、当時のストーカ式焼却方式では余剰電力量150.9kWh/処理t、ガス化溶融方式では余剰電力量91.3kWh/処理t(ストーカ式焼却方式の60.5%)であったことを基に算出した。

以上の比較表で検討した結果、焼却施設の処理方式は、理念1～4のすべての項目において評価の高い「ストーカ式焼却方式」が優位であると考えられます。

【処理方式の「ストーカ式焼却方式」を有利とする主な理由】

- ① エネルギー回収、省エネルギーに優れている。【理念1】
- ② 安定した燃焼により、排ガス中の有害物質を低減できる。【理念1】
- ③ 建築面積が比較的小さくコンパクトな施設とすることが可能。（基本構想で定めた方針どおり、第1工場敷地内に焼却施設・リサイクル施設を配置することが可能。）【理念1】
- ④ 他都市での採用実績が最も多い。【理念1】
- ⑤ ごみ質変動への対応に優れている。【理念2】
- ⑥ 災害時のエネルギー供給可能量が多い。【理念3】
- ⑦ 経済性に優れている（ライフサイクルコストが最も安価である。）【理念4】