

余熱利用可能性の検討

1 第4回検討委員会における目的

- 新しく整備するごみ処理施設での処理対象ごみ量における余熱利用の可能性について、検討を行う。

2 余熱の回収方法及び余熱利用の形態

ごみ焼却施設では、ごみの焼却と同時に、800～1000℃程度の高温の排ガスが発生します。一般的に、排ガスから熱エネルギーを回収する方法（排ガスを冷却する方法）には、ボイラ、空気予熱器、温水器等があり、それぞれエネルギーを、蒸気、高温空気、温水（高温水）として回収します。余熱の回収方法の選択は、回収した熱利用媒体の使いやすさや利用先、輸送手段などを考慮しながら、効率的かつ経済的な方法を選択する必要があります。

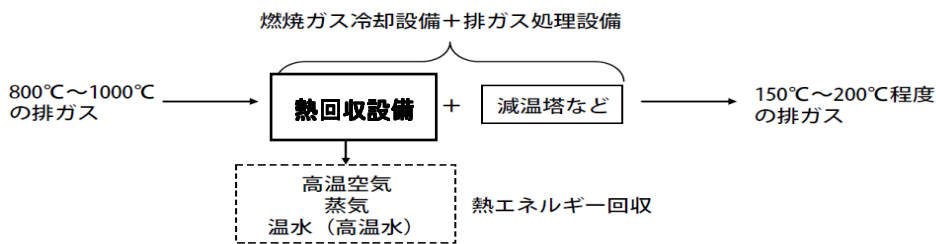
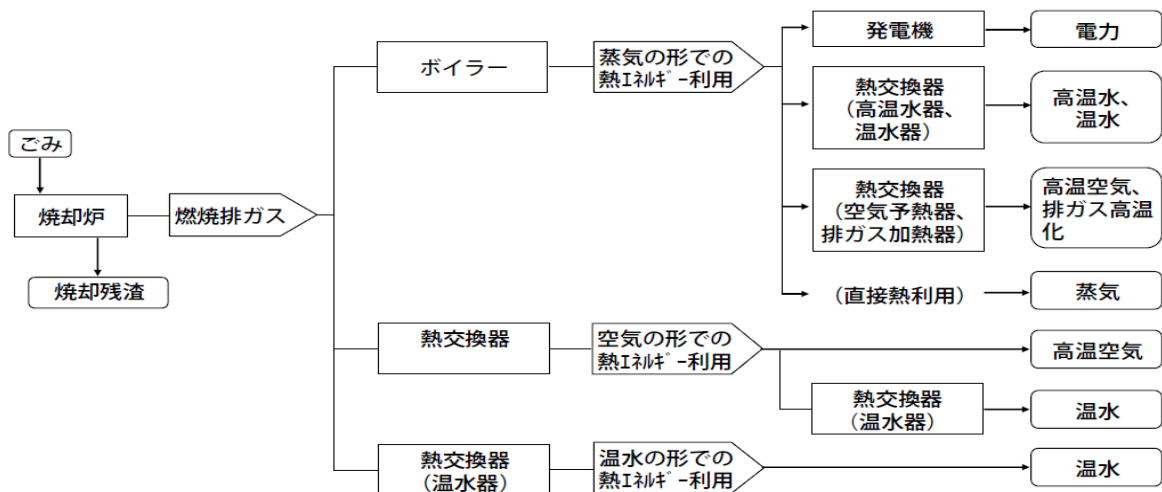


図 余熱の回収方法



出典：環境省「廃棄物熱回収施設設置者認定マニュアル」（平成23年2月）
 (社)全国都市清掃会議「ごみ処理施設構造指針解説」（昭和62年）の図を一部修正

図 焼却排熱のエネルギー変換による熱利用形態

3 ごみ焼却施設における熱収支フローの整理

投入したごみを燃焼させて発生する熱量のうち、いくらかは、脱気器・空気予熱器・ガス再加熱器・白煙防止装置等、処理のプロセスの中で利用され、残った分の熱量を、場内及び場外への熱供給や発電など余熱利用可能となります。

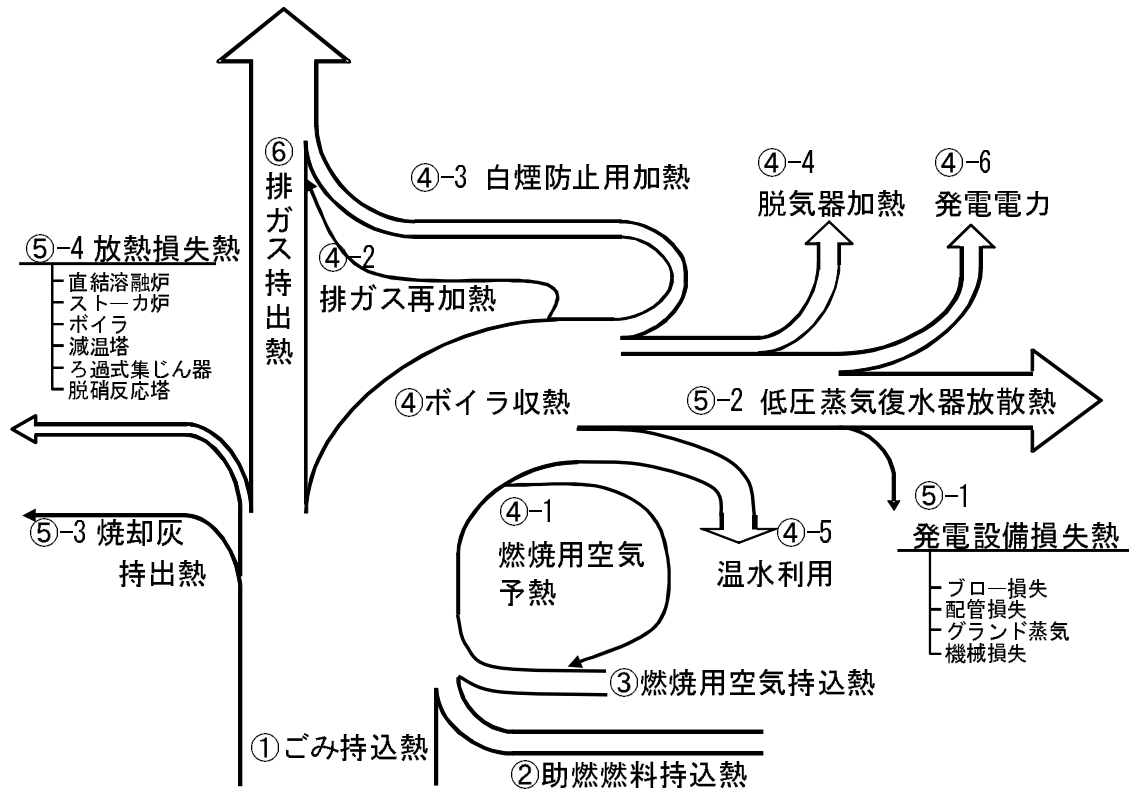


図 熱収支イメージ

表 ごみ焼却施設での熱収支フローの概要

		名称	概要
入熱	①	ごみ持込熱	ごみが持っている熱量のこと。「低位発熱量」にあたる。）1年の中で変動するため、基準だけでなく、低質・高質も想定する。余熱利用の可能性検討においては、基準ごみの熱量を使用する。
	②	助燃燃料持込熱	ごみの熱量が低いときや、立上げ時等に、助燃のために投入する燃料の持つ熱量のこと。
	③	燃焼用空気持込熱	ごみの燃焼室に送り込む空気が持っている熱量のこと。
回収熱	④	ボイラ収熱	ごみの燃焼室で発生した熱で水を加熱し、蒸気として熱を回収する。入熱のうち、約70%の熱を回収できる。
余熱利用	④-1	燃焼用空気予熱	燃焼用空気として外部から取り込んだ空気が、燃焼室の温度を下げてしまわないように、予め加熱し、温度を上げておく。
	④-2	排ガス再加熱	燃焼室からの排ガスは、ばいじん等を除去するためにバグフィルタを通り、その後、窒素酸化物等を除去するために脱硝装置を通る。バグフィルタを通る前に、一度排ガスの温度は下げられるが、脱硝装置では触媒反応を利用するため、再度排ガスの温度を上げる必要がある。
	④-3	白煙防止用加熱	煙突から排出する排ガス中の水蒸気が凝結し、煙が白く見えるのを防止するため、加熱する。
	④-4	脱気器再加熱	水に溶解している溶存酸素は、温度が下がると溶解度が増加し、過熱器の伝熱管や配管腐食の原因となる。これを防ぐため、加熱し、水中の溶存酸素を低減させる。
	④-5	温水利用	熱交換器等によって、水を加熱し、温水として利用する。
	④-6	発電電力	ボイラで加熱され高温・高圧となった蒸気を、蒸気タービンに送り込み、タービンを回すことで、発電機を回し、発電を行う。
熱損失	⑤-1	発電設備損失熱	発電設備の稼働に伴い放散される熱。
	⑤-2	低圧蒸気復水器放散熱	蒸気温度を下げ、水に戻す際に放散される熱。
	⑤-3	焼却灰持出熱	焼却灰に蓄えられ、未利用のまま施設外に排出される熱。
	⑤-4	放熱損失熱	炉やボイラ、排ガス処理設備等から放散される熱。
	⑥	排ガス持出熱	排ガスに蓄えられ、未利用のまま施設外に排出される熱。

下表に、余熱によって整備可能な施設及び設備と、その必要熱量を示します。

表 熱回収形態とその必要熱量（場外利用）

設備名称	設備概要(例)	利用形態	必要熱量	単位当り熱量		
			MJ/h			
場外熱回収設備	福祉センター給湯	収容人員60名 1日(8時間) 給油量16m ³ /8h	蒸気温水	460	230,000kJ/m ²	5-60°C加温
	福祉センター冷暖房	収容人員60名 延床面積2,400m ²	蒸気温水	1,600	670kJ/m ² ・h	冷房の場合は暖房時必要熱量×1.2倍となる
	地域集中給湯	対象100世帯 給湯量300L/ 世帯・日	蒸気温水	84	69,000kJ/ 世帯・日	5-60°C加温
	地域集中暖房	集合住宅100世帯 個別住宅100棟	蒸気温水	4,200 8,400	42,000KJ/ 世帯・h 84,000KJ/ 世帯・h	冷房の場合は暖房時必要熱量×1.2倍となる
	温水プール	25m一般用・ 子供用併設	蒸気温水	2,100		
	温水プール用シャワー設備	1日(8時間) 給湯量30m ³ /8h	蒸気温水	860	230,000KJ/m ²	5-60°C加温
	温水プール管理棟暖房	延床面積350m ²	蒸気温水	230	670KJ/m ² ・h	冷房の場合は暖房時必要熱量×1.2倍となる
	動植物用温室	延床面積800m ²	蒸気温水	670	840KJ/m ² ・h	
	熱帯動植物用温室	延床面積1,000m ²	蒸気温水	1,900	1,900kJ/m ² ・h	
	海水淡水化設備	造水能力 1,000m ³ /日	蒸気	18,000 (26,000)	430kJ/造水11 (630kJ/造水11)	多重効用缶方式 (2重効用缶方式)
	施設園芸	面積10,000m ²	蒸気温水	6,300~15,000	630~1,500kJ/m ² ・h	
	野菜工場	サラダ菜換算 5,500株/日	発電電力	700kW		
	アイススケート場	リンク面積1200m ²	吸収式冷凍機	6,500	5,400kJ/m ² ・h	空調用含む 滑走人員500名

(注) 本表に示す必要熱量、単位当たりの熱量は一般的な値を示しており、施設の条件により異なる場合がある。

出典：財団法人全国都市清掃会議「ごみ処理施設整備の計画・設計要領（2006年度改訂版）」

表 熱回収形態とその必要熱量（場内利用）

設備名称	設備概要(例)	利用形態	必要熱量	単位当り熱量	備 考	
			MJ/h			
場内プラント関係熱回収設備	誘引送風機のタービン駆動	タービン出力500kW	蒸気タービン	33,000	66,000kJ/kWh	蒸気復水器にて大気拡散する熱量を含む
	排水蒸発処理設備	蒸発処理能力 2,000t/h	蒸気	6,700	34,000kJ/ 排水100t	
	発 電	定格発電能力 2,000kW (復水タービン)	蒸気タービン	40,000	20,000kJ/kWh	蒸気復水器にて大気拡散する熱量を含む
	洗車水加温	1日(8時間)洗車台 数50台/8h	蒸気	310	50,000kJ/台	5-45°C加温
	洗車用スチームクリーナ	1日(8時間)洗車台 数50台/8h	蒸気噴霧	1,600	250,000kJ/台	
場内建築関係熱回収設備	工場・管理棟給湯	1日(8時間) 給湯量10m ³ /8h	蒸気温水	290	230,000kJ/m ³	5-60°C加温
	工場・管理棟暖房	延床面積1,200m ²	蒸気温水	800	670kJ/m ² ・h	
	工場・管理棟冷房	延床面積1,200m ²	吸収式冷凍機	1,000	840kJ/m ² ・h	
	作業服クリーニング	1日(4時間) 50着	蒸気洗浄	≒0	—	
	道路その他の融雪	延面積1,000m ²	蒸気温水	1,300	1,300kJ/m ² ・h	

(注)本表に示す必要熱量、単位当たりの熱量は一般的な値を示しており、施設の条件により異なる場合がある。
出典：財団法人全国都市清掃会議「ごみ処理施設整備の計画・設計要領（2006年度改訂版）」

4 余熱利用可能性の検討

4.1 低位発熱量の設定

低位発熱量は、継続して年 4 回実施されているごみ質調査の結果をもとに設定しますが、今後の調査結果もあわせて設定するため、平成 27 年度以降の施設整備基本計画・基本設計等の段階で変更の可能性があります。よって、現時点では全国平均より標準的な低位発熱量をもとに検討を行うこととします。

表 低位発熱量（全国平均）

設定結果	参考※
8,400 kJ/kg	2,000 kcal/kg

※1 cal=4.18605J として計算

データ出典：公益財団法人廃棄物・3R 研究財団「ごみ焼却施設台帳（平成 21 年度版）」

※平成 22 年 3 月現在稼動中または建設中で、地方公共団体設置のごみ焼却施設を対象に、施設の設計諸元、運転状況等を取りまとめたもの

4.2 余熱利用可能量の推計

排ガス冷却にボイラを採用した場合、投入したごみの熱量に対して、ボイラによって約70%の熱量が回収可能です。今回の新たに整備するごみ処理施設では、エネルギー回収推進施設の処理対象ごみ量は、7,132kg/h（年間 47,928t、年間稼働日数を 280 日と仮定）なので、基準ごみ（8,400kJ/kg）のとき、投入されるごみの熱量は、約 60,000MJ/h となります。

そのうちの70%、つまり約42,000MJ/hが、利用可能と推計されます。

なお、排ガスからの熱回収はボイラで行い、利用可能な熱量から、処理プロセスに必要な熱量（燃焼用空気予熱、脱気器再加熱、排ガス再加熱）を差し引き、残りの熱量を全て発電設備で利用するとして、検討を行いました。なお、白煙防止は行わないこととしました。

表 発電設備を導入する場合の余熱利用検討

ごみの熱量	約 60,000 MJ/h	①	
利用可能な熱量	約 42,000 MJ/h	②	※約70%の熱量を回収と想定
処理プロセスで必要な熱量	約 12,000 MJ/h (内訳) ・ 燃焼用空気予熱 ・ 脱気器再加熱 ・ 排ガス再加熱 ・ 場内給湯・冷暖房 など	③	＝②×約30% ※他自治体の施設を参考とし、全体量の約30%を処理過程での利用と想定
発電設備で利用可能な熱量	約 30,000 MJ/h	④	＝②－①
発電設備の定格出力	約 1,500 kW (発電効率 約9%)	④	※P.5の表によると、定格出力2,000kWでは40,000MJ/h必要であることから、比例計算により算出

また、近年は技術の発展により、発電効率を上げることが可能となりました。ただし、対応の設備投資やメンテナンス費用も必要となるため、経済性にも留意することが必要です。

表 高効率発電設備を導入する場合の余熱利用検討

ごみの熱量	約 60,000 MJ/h	①	
高効率発電設備の定格出力	約 2,600 kW (発電効率 約15.5%)	②	＝①×15.5% ※150～200t/日の施設における高効率ごみ発電の基準である15.5%を採用 ※MJ/hをkWに換算

ただし、上記は概略の検討であり、実際には熱収支のバランスは各メーカーのノウハウによるところも多いため、より具体的な検討の際にはメーカーヒアリング等を実施し精査を行うことが必要です。