

余熱利用計画について（案）

1 余熱利用計画について

余熱利用にあたっては、基本方針に掲げた「資源循環・エネルギー利用に優れた施設」の考え方にに基づき、計画を行う。

2 余熱利用の意義

ごみを焼却する主目的は、衛生処理（無害化、無臭化）および減量化することであったが、循環型社会形成推進基本法において、ごみのうち有用なものを「循環資源」と位置づけ、「再生利用」が困難で「熱回収」することが可能な場合、熱回収しなければならないとしている。そのため、ごみ処理施設は、焼却処理の過程で発生する熱エネルギー（余熱）を回収し、発電をはじめとする余熱の有効利用を図るエネルギー回収推進施設として整備されている。

3 余熱利用計画の基本的な考え方

(1) 余熱の回収方法

ごみを焼却する際、同時に 800℃～1,000℃程度の高温の排ガスが発生する。この排ガスは、適正な排ガス処理を行うために、燃焼ガス冷却設備や排ガス処理設備等で 200℃程度まで冷却を行う。この燃焼ガス冷却設備にボイラ等の熱交換器を利用し、蒸気、温水あるいは高温空気等の形態のエネルギーに変換することで熱エネルギーを回収する。

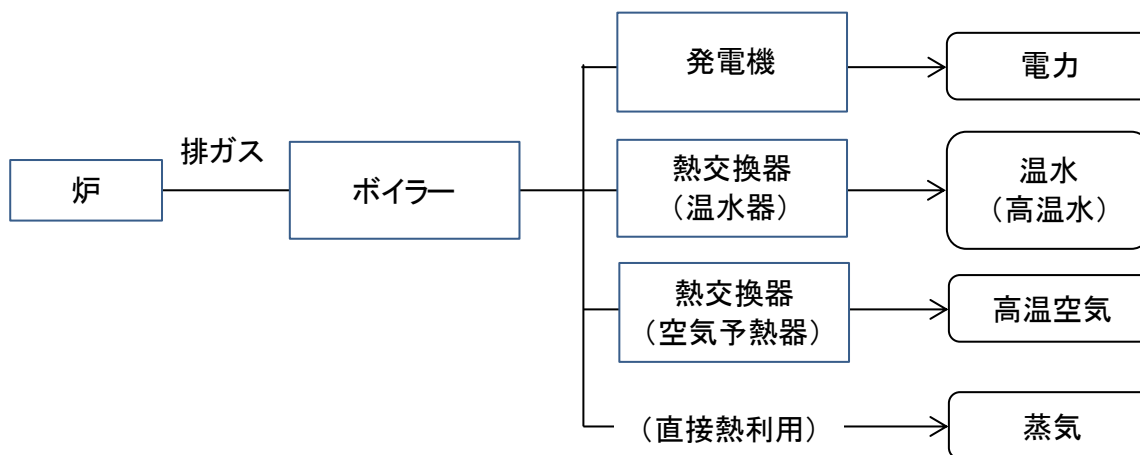


図1 余熱の回収方法（模式図）

(2) 余熱の利用形態

熱交換器には廃熱ボイラ、温水器及び空気予熱器等があり、それぞれ熱交換の結果、蒸気、温水及び高温空気等を発生させる。これらの熱エネルギーは余熱利用先で空調温水、吸収式冷凍機等として直接利用される場合や、電力等に変換する場合がある。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・経済性を考えて決めていく必要がある。本計画ではごみ焼却施設を高効率ごみ発電施設と位置付け整備をおこない、積極的に余熱を回収して発電を行うことから、ボイラを設け蒸気エネルギーとして回収することとする。以下に蒸気エネルギーの基本的な利用形態を示す。

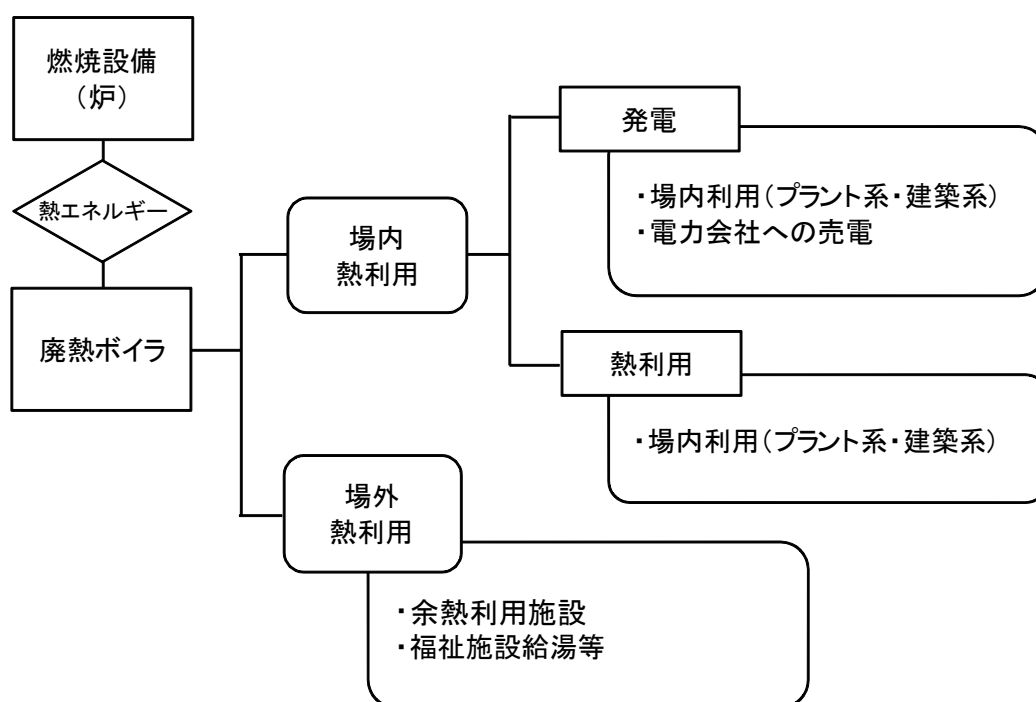


図2 余熱利用形態

(3) 余熱利用形態と必要熱量

余熱の供給先・利用先を大きく分類すると、施設内での利用に限定した「場内利用」と施設外へ熱や蒸気、電力等を供給して利用を図る「場外利用」に分けられ、場内利用はプラント関係と建築関係の利用に分類される。

余熱の利用方法と必要熱量の一般的な数値を示す。

表1 熱回収形態とその必要熱量

用途	熱利用媒体			設備概要(例)	必要熱量 MJ/h	単位当り熱量	備考	
	蒸気	温水	電力					
場内余熱利用	プラント関係	誘引送風機のタービン駆動	○		タービン出力 500kW	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	6,700	34,000kJ/排水100t	
		発電	○		定格発電能力 1,000kW (背圧タービン)	35,000	35,000kJ/kWh	蒸気復水器にて大気拡散する熱量を含む
					定格発電能力 2,000kW (復水タービン)	40,000	20,000kJ/kWh	
		洗車水加温	○		1日(8時間) 洗車台数 50台/8h	310	50,000kJ/台	5-45℃加温
	洗車用スチームクリーナー	○		1日(8時間) 洗車台数 50台/8h	1,600	250,000kJ/台		
	建築関係	工場・管理棟給油	○	○	1日(8時間) 給湯量 10m ³ /8h	290	230,000kJ/m ³	5-60℃加温
		工場・管理棟暖房	○	○	延床面積 1,200m ²	800	670kJ/m ² ・h	
		工場・管理棟冷房	○	○	延床面積 1,200m ²	1,000	840kJ/m ² ・h	
		作業服クリーニング	○		1日(4時間) 50着	≒0	—	
道路その他の融雪		○	○	延床面積 1,000m ²	1,300	1,300kJ/m ² ・h		
場外余熱利用	福祉センター給湯	○	○	収容人数60名 1日(8時間) 給湯量 16m ³ /8h	460	230,000kJ/m ²	5-60℃加温	
	福祉センター冷暖房	○	○	収容人数60名 延床面積 2,400m ²	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	84	69,000kJ/世帯・日	5-60℃加温	
	地域集中暖房	○	○	集合住宅 100世帯	4,200	42,000kJ/世帯・h	冷房の場合は暖房時必要熱量×1.2倍となる	
				個別住宅 100棟	8,400	84,000kJ/世帯・h		
	温水プール	○	○	25m 一般用・子供用併用	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	860	230,000kJ/m ³	5-60℃加温	
	温水プール管理棟暖房	○	○	延床面積 350m ²	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	670	840kJ/m ² ・h		
	熱帯動植物用温室	○	○	延床面積 1,000m ²	1,900	1,900kJ/m ² ・h		
	海水淡水化設備	○		造水能力	18,000	430kJ/造水1ℓ	多重効用缶方式 (2重効用缶方式)	
				1,000m ³ /日	(26000)	(630kJ/造水1ℓ)		
	施設園芸	○	○	面積 10,000m ²	6,300~ 15,000	630~1,500kJ/m ² ・h		
	野菜工場			○	サラダ菜換算 5,500株/日	700kW		
アイススケート場	○	○		リンク面積 1,200m ²	6,500	5,400kJ/m ² ・h	空調用含む 滑走人数 500名	

(注) 本表に示す必要熱量、単位当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：ごみ処理施設整備の計画・設計要領 2006 改訂版 (社団法人 全国都市清掃会議))

4 余熱利用の基本方針

新焼却施設では、「広域化基本計画」で掲げたとおり、サーマルリサイクルの観点から、積極的に余熱を回収して発電を行い、施設内で利用することを優先する。

(1) 利用可能熱量の試算

環境省では、平成 26 年 3 月に新たな循環型社会形成推進交付金の要綱として、ごみ処理施設をエネルギー回収型廃棄物処理施設とし、エネルギー回収率を交付要綱として示したが、組合は、平成 25 年度から施設整備事業を開始しているため、旧交付要綱が適用され、新施設の施設規模 275t/日の発電効率は、17%以上が高効率ごみ発電施設と認められる。(参考資料参照)。

また、利用可能熱量の試算には、災害廃棄物分 25t/日を除く 250t/日を用い、基準ごみの低位発熱量は 8,600kJ であるため、投入エネルギーは、ごみのみとし、発電ロス等を考慮しない理論値で考えた際、「高効率ごみ発電施設整備マニュアル(平成 22 年 3 月改訂 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部廃棄物対策課)」に示されている発電効率の式から、発電効率 17%以上を維持するには、4,231kW 以上の定格出力のタービン発電機で、15.2GJ/h の熱量が必要となる。

以下、「余熱利用可能量を全て発電に回した場合の試算」を表 2 に示し、「発電効率 17%を維持した際に場外で使用可能な熱量の試算」を表 3 に示す。

余熱利用可能量を全て発電に回した場合の試算

(ボイラ効率 90%及びタービン発電効率 30%とした場合の発電効率試算値)

項目	単位	熱量等	備考
施設規模	t/日	250	
低位発熱量	kJ/kg	8,600	
①ごみ入力熱量	GJ/h	89.6	
②熱回収量	GJ/h	80.6	90% ボイラ効率
③場内熱消費量	GJ/h	16.1	20%に設定
④余熱利用可能量	GJ/h	64.5	=②-③
⑤発電量(熱量)	GJ/h	19.4	=④×30%：タービン発電機の発電効率
発電可能量	kW	5,389	(最大運転時)
発電効率	%	21.7	>17%交付要件を満たす

表 3 発電効率 17%を維持した際に場外で使用可能な熱量の試算
(ボイラ効率 90%及びタービン発電効率 30%とした場合の発電効率試算値)

項目	単位	熱量等	備考
施設規模	t/日	250	
低位発熱量	kJ/kg	8,600	
①ごみ入力熱量	GJ/h	89.6	
②熱回収量	GJ/h	80.6	90% ボイラ効率
発電効率	%	17	高効率ごみ発電施設整備マニュアル (275t/日)
発電量 (熱量)	GJ/h	15.2	発電効率の式より
③発電用熱量	GJ/h	50.7	タービン発電機の発電効率：30%
④余熱利用可能量	GJ/h	29.9	=②-③
⑤場内熱消費量	GJ/h	16.1	②の 20%に設定
⑥場外利用可能量	GJ/h	13.8	④-⑤

最大運転時のごみの投入エネルギーは約 89.6GJ/h であり、ボイラの回収率が 90%と仮定すると、熱回収量は 80.6GJ/h となる。場内で使用する熱量を回収熱量の 20%と仮定し、その他の熱量を全て発電に回した場合、発電効率は 21.7%となる。

また、発電効率 17%で発電を行った際に必要な熱量は、タービン発電機の発電効率を 30%と設定すると 50.7GJ/h 必要となり、場内熱消費量分を除くと、場外で利用可能な熱量は 13.8GJ/h となる。この熱量は表 1 で温水プールに熱を供給すると仮定した場合には約 4 つ分の熱量となる。

○発電効率の定義

発電効率は、タービン発電機定格出力を設定した時の「ごみ発熱量」と「外部燃料投入量」を用いて以下の式で計算する。

$$\begin{aligned} \text{発電効率 (\%)} &= \frac{\text{発電出力} \times 100 (\%)}{\text{投入エネルギー (ごみ+外部燃料)}} \\ &= \frac{\text{発電出力 (kW)} \times 3600 (\text{kJ/kWh}) \times 100 (\%)}{\text{ごみ発熱量 (kJ/kg)} \times \text{施設規模 (t/日)} \div 24 (\text{h}) \times 1000 (\text{kg/t}) + \text{外部燃料発熱量 (kJ/kg)} \times \text{外部燃料投入量 (kg/h)}} \end{aligned}$$

(2) 場内利用による余熱利用

プラント設備で使用する蒸気等は、燃焼用空気の加熱など、効率的なごみの燃焼に欠かせないものがある。一方、建築関係では場内の給湯や冷暖房などは、余熱から作られる蒸気、温水を用いる方法のほかに、電気を用いた方法もある。

場内での余熱利用は、施設の効率的な運転に必要なプラント設備に関するものを最優先で利用するものとし、建築関係については維持管理面や効率性の観点から余熱利用の可否を決定する。

(3) 場外利用による余熱利用

現段階ではプール、シャワー、温浴施設及び冷暖房への熱供給を考慮し、場外余熱利用量として約 5.0GJ/h を計画する。

〈参考資料〉 交付要件（出典：高効率ごみ発電施設整備マニュアル（平成 22 年 3 月改訂 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部廃棄物対策課））

新焼却施設は、高効率ごみ発電施設として整備し、積極的なサーマルリサイクルを行う計画である。

高効率ごみ発電施設の交付要件は「発電効率 23%相当以上（規模により異なる）の施設に限る」となっており、発電効率 23%は、施設規模 1,000t/日程度での数値である。施設規模が小さい施設では、タービン発電機の効率低下などにより発電効率が低下するため、交付要件は施設規模ごとに設定している。施設規模ごとの交付要件を表 1 に示す。

表 3 施設規模ごとの交付要件

施設規模 (t/日)	発電効率 (%)
100 以下	12
100 超、150 以下	14
150 超、200 以下	15.5
200 超、300 以下	17
300 超、450 以下	18.5
450 超、600 以下	20
600 超、800 以下	21
800 超、1000 以下	22
1000 超、1400 以下	23
1400 超、1800 以下	24
1800 超	25

表 1 に示す発電効率を算出した主な前提条件は下記のとおりである。

- ① ごみの低位発熱量 : 8,800kJ/kg
- ② 燃焼空気比 : 1.4~1.5
- ③ 蒸気条件 : 400℃、4MPaG
- ④ 復水器形式 : 空冷式
- ⑤ 排ガス処理 : 乾式排ガス処理
- ⑥ 触媒用排ガス再加熱 : なし（185℃程度の低温触媒採用）
- ⑦ 白煙防止条件 : なし

その他の効率向上に資する新技術と組み合わせることにより上記発電効率以上の効率を達成することができれば、上記の設備諸元を必ずしもすべて満たしている必要はない。