

第3章 施設整備手法の概要

3-1 概要

ごみ焼却施設の燃焼ガス冷却方式には、大きく分けて水噴射式と廃熱ボイラ方式の二つがある。

燃焼ガス冷却設備の改造により、エネルギー回収能力の増強を図る方法について解説する。

【解説】

- ごみ焼却施設における燃焼ガス冷却設備は、ごみ焼却後の燃焼ガスを、排ガス処理装置が安全に、効率よく運転できる温度まで冷却する目的で設置されるが、ごみの焼却による燃焼廃熱を、エネルギーとして効率よく回収するための重要な設備である。
- 環境省調査の平成15年度のごみ焼却施設の炉型別施設数を図10に示す。また、(財)廃棄物研究財団が調査した「ごみ焼却施設台帳 平成15年度版(平成17年4月)」によると、平成15年度における全連続式焼却施設のガス冷却方式の内訳は、全582施設の調査のうち、水噴射式が233施設、廃熱ボイラ方式(半ボイラ方式含む)が345施設(図11)であることから、全体の約75%が、水噴射式焼却施設と考えられる。

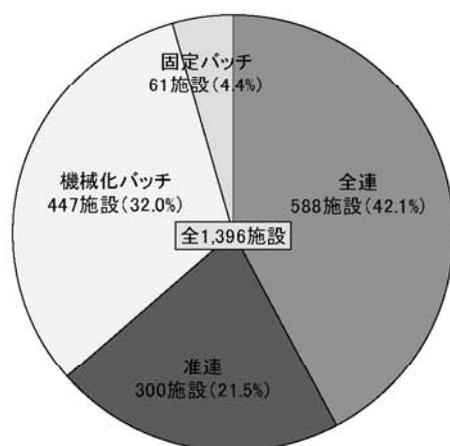


図10 平成15年度ごみ焼却施設の炉型別施設

出典：環境省

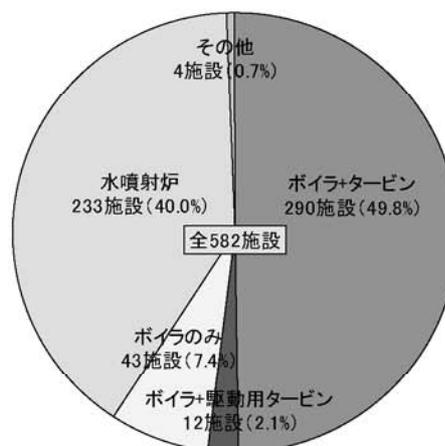


図11 平成15年度全連続式焼却施設の内訳

出典：廃棄物研究財団

- 以上を踏まえ、本章では、施設整備手法を水噴射式施設、廃熱ボイラ方式施設、その他両方式に共通するものに大別する。そして、主要なエネルギー回収能力増強手法について、1) 整備手法概要、2) 増設・更新機器、3) 要検討事項 別に解説する。なお、エネルギー回収能力の増強手法の他に、ESCO事業等の省エネルギーによる温暖化対策もメニューに加えることとする。

表 10 施設整備手法例

種別	節 No.	項目 No.	内容
水噴射	3-2	3-2-1	水噴射式ガス冷却装置の廃熱ボイラ化整備手法例
		3-2-2	空気加熱器及び温水発生器の増強手法例
廃熱ボイラ	3-3	3-3-1	低空気比運転による廃熱ボイラ回収熱量の増加手法例
		3-3-2	廃熱ボイラの増強等による回収熱量の増加手法例
		3-3-3	蒸気タービン排気圧力低下による発電量増加手法例
その他 共通	3-4	3-4-1	潜熱蓄熱材を利用した熱供給システム事業例
		3-4-2	ごみ発電ネットワーク事業例
		3-4-3	焼却施設における ESCO 事業例

- 主要整備手法については、本章で解説するが、その他の施設整備手法参考事例、国内におけるエネルギー回収に係る先進事例については、巻末の参考資料-1、2を参照のこと。

3-2 水噴射式採用施設における整備手法

水噴射式ガス冷却方式を採用している施設における主要なエネルギー回収能力増強手法は次のとおりである。

- 1 水噴射式ガス冷却装置の廃熱ボイラ化
- 2 空気加熱器や温水発生器の能力増強

【解説】

- 従来の水噴射式焼却施設のフロー例を図12に示す。
焼却炉で完全燃焼した燃焼ガスは、ガス冷却室でノズルから微粒子にして噴射された冷却水の蒸発潜熱を利用して冷却減温される。
冷却温度は、一般的にろ過式集じん器ろ布の耐熱温度及びダイオキシン類の生成抑制を考慮してろ過式集じん器入口で170℃～200℃程度に設定されることが多い。
- ガス冷却室で減温された燃焼ガスは、燃焼用空気予熱器で燃焼用空気を予熱した後、空気加熱器で熱回収される。空気加熱器で回収された高温空気は、温水発生器で余熱を回収されると共に、熱回収後は煙突入口で排ガスと混合することにより白煙の発生を抑制する。
- 温水発生器は圧力容器としないので、温水発生器を直接燃焼ガス中に設置する場合は、温水伝熱管の管表面温度が100℃程度にしかならず、燃焼ガス中の硫黄分による低温腐食の発生が避けられないため、腐食を考慮した材質やばいじん除去、また、定期的なメンテナンスや補修を考慮する必要がある。

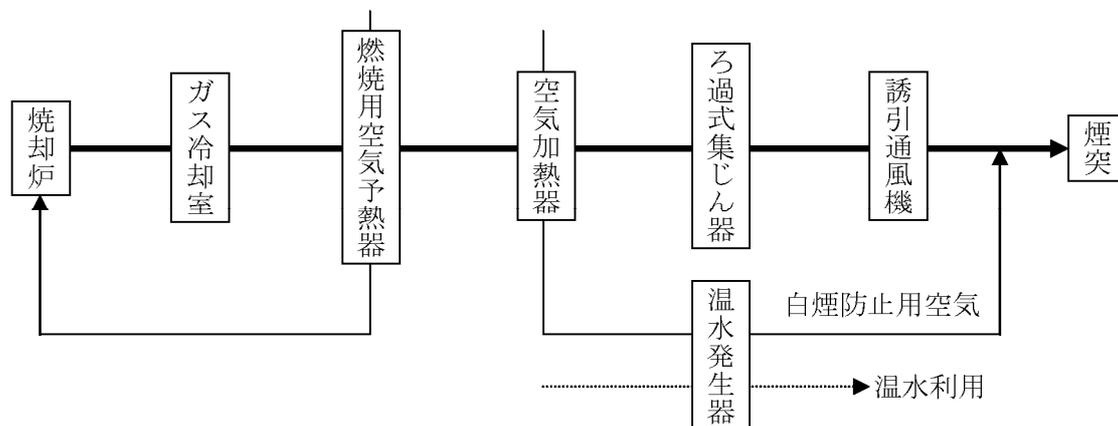


図12 水噴射式焼却施設フロー例

- 「水噴射式ガス冷却装置の廃熱ボイラ化」と「空気加熱器や温水発生器の能力増強」について、特徴を表11に示す。

表 11 水噴射式採用施設における主要整備手法の比較

項目	水噴射式ガス冷却装置 の廃熱ボイラ化	空気加熱器や温水発生器 の能力増強
整備概要	水噴射式ガス冷却室を廃熱ボイラ化し、発生した蒸気を発電や熱源に利用する。	既存の空気加熱器や温水発生器の能力を増強し、熱回収量を増加させる。
メリット	熱を有効利用しやすい蒸気に変換することにより、発電が可能となる。	ごみ焼却施設の設備構成には大きな変更は無い。
デメリット	水噴射式ガス冷却室を廃熱ボイラに変更することにより、設備荷重等が増加し、建築躯体構造の見直しや別棟建設等、整備工事が大規模となる。	温水や高温水による熱回収なので、給湯、暖房用温水等、利用用途が限定される。
適用施設	発電施設への転換が期待されることから、ある程度の施設規模（概ね 100t/日以上）が望まれる。また、発電容量が 2,000kW を超える場合には、特別高圧受電が可能な地域が望まれる。	近隣に温水プール等の余熱利用施設が存在する施設。潜熱蓄熱材を利用すると、数 km 離れた施設への熱供給が可能となる。
エネルギー 回収能力	大	小～中
費用対効果	発生した蒸気を、下水処理場汚泥乾燥用として利用している実施例では、工事費約 11 億円にて、年間約 1,924ton の CO ₂ を削減。 （詳細は、「参考資料 2-1 水噴射炉のボイラ化による廃熱利用」を参照）	

3-2-1 水噴射式ガス冷却装置の廃熱ボイラ化整備手法例

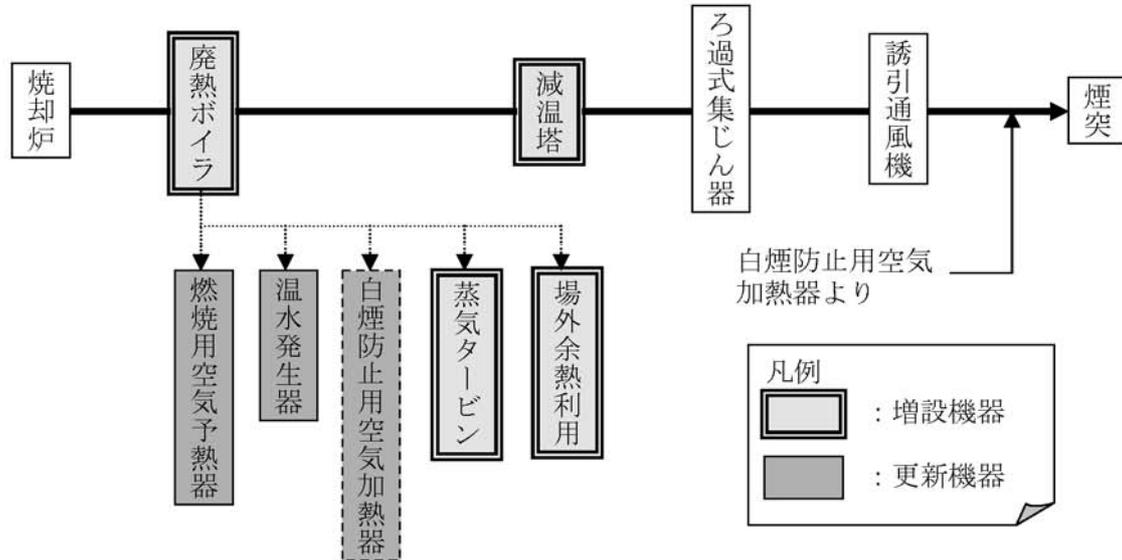


図 13 廃熱ボイラ化した場合のフロー例

(1) 整備手法概要

焼却炉から排ガス処理設備（ろ過式集じん器）間の主要設備を更新するものである。ガス冷却室を撤去し、代わりに廃熱ボイラを設置して燃焼ガスを冷却するとともに余熱を回収する。また、既設のろ過式集じん器のダイオキシン類抑制対策等のため、廃熱ボイラの後に減温塔を設置し更なる減温を行う。既設の燃焼用空気予熱器や温水発生器など排ガスや高温空気と熱交換している熱交換器は、廃熱ボイラの設置に伴い蒸気式熱交換器に更新される。発生した蒸気は、蒸気タービンによる発電や、場内外での冷暖房給湯や温水プール等に熱利用される。

整備規模を大きくしない場合は、全ボイラ方式だけでなく、半ボイラ方式も選択できる。また、施設規模が小さく発生蒸気量が少ない場合には、誘引通風機等の駆動用タービンの動力とすることも可能である。

(2) 増設・更新機器

ア 増設設備（機器）

- ① 廃熱ボイラ、蒸気復水器、蒸気タービン、ボイラ給水ポンプ、脱気器、復水タンク、純水装置等の燃焼ガス冷却設備機器類一式
- ② 減温塔、減温塔用冷却水ポンプ等の減温設備
- ③ 機器冷却塔、冷却水ポンプ等の給水設備
- ④ その他

イ 更新設備（機器）

- ① ガス冷却室（撤去）
- ② 空気予熱器
- ③ 温水発生器
- ④ 電気計装設備
- ⑤ その他

(3) 要検討事項

ア ガス冷却室から廃熱ボイラへの変更による荷重増加の影響（躯体構造）

別置型、炉頂型のガス冷却室から廃熱ボイラに改造した場合、炉室建屋天井の階高の変更の可能性がある。また、廃熱ボイラへの変更により、一般的には荷重が増加することから、既存の建築躯体の構造、焼却炉などのフレーム強度に十分留意し、必要に応じて基礎部分から構造補強を行うこと。

イ 排ガス量減少（乾ガス量は変わらないが、湿ガス量変更）による影響

排ガス中への水噴射量が減少することから、排ガス量の減少が予想される。ろ過式集じん器や誘引通風機に関しては問題ないと想定されるが、煙突における排出ガス速度低下に伴うガス拡散条件の変化には留意が必要である。

ウ 白煙防止用空気量の調整

排ガス中の水分濃度の低下により白煙発生条件は緩和されることが予想される。

エ 既存建屋に収まらない場合の別棟建設スペース

空冷式復水器等大型設備の機器点数が増加することから、既存建屋に収まらない場合は、別途増設棟のスペースを確保する必要がある。蒸気タービンを増設する場合は、保守点検等の作業動線を考慮して、中央制御室と近傍に配置されるのが望ましい。

オ 適用法令への準拠

廃熱ボイラは、発電を行う場合は、付帯設備も含め電気事業法が適用され、発電をしない場合は、労働安全衛生法が適用される。ただし、発電を行う場合でも、発電に要する蒸気量が、ボイラ蒸発量の1/2以下の場合は、労働安全衛生法が適用される。

カ 運転人員

機器点数が増加することから、既存の人員で対応可能か検討する必要がある。また、廃熱ボイラや蒸気タービンの設置により、ボイラタービン主任技術者等有資格者の配置が必要となる。

キ 排水の処理方法

排水処理水をガス冷却用水に使用している場合は、減温塔噴射水への変更によりその使用量が減少するので取り扱いを検討する必要がある。

ク 機器冷却水系統の容量

燃焼ガス冷却設備機器類には、蒸気タービン、発電機をはじめ、ボイラブロー水冷却水など、必要冷却水量が増加することから、既存の機器冷却水設備容量を確認し、容量不足の場合は、増設等の措置が必要である。

ケ 売電する場合

地域電力会社との協議と、電気関連設備の増設が必要となる。

(4) 事例

千歳市焼却処理場では、平成12年～17年にかけて97.5t/24h×2炉の水噴射炉の内、1炉を廃熱ボイラ炉に改造している。改造費用は約11億円であり、蒸気の有効利用によるCO₂削減量は、約1,924t/年となる。

詳細は、参考資料-2、「2-1 水噴射炉のボイラ化による廃熱利用」を参照。

3-2-2 空気加熱器及び温水発生器の能力増強手法例

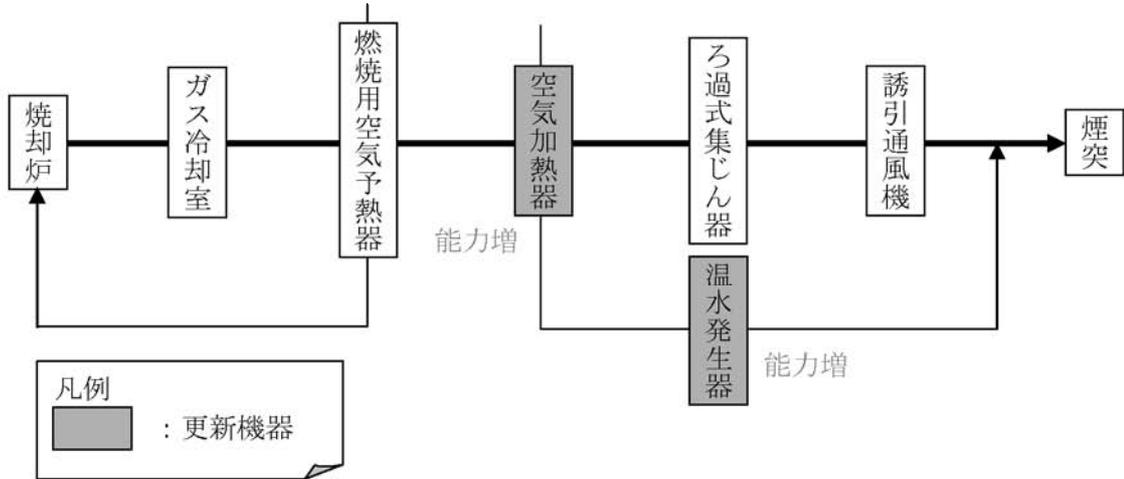


図 14 空気加熱器や温水発生器の能力を増強した場合のフロー例

(1) 整備手法概要

既存の空気加熱器、温水発生器の能力を増強する整備手法例。

基本的には温水もしくは高温水での熱回収能力が増強されるため、場外施設等への新たな熱供給が前提となる。(余熱の新規需要が前提。)

空気加熱器出口ガス温度は、低温腐食等を考慮して従来そのままとし、入口ガス温度を上昇させ、加熱器本体の伝熱面積を増加して熱回収を行う。従って、ガス冷却室での水噴射量が減少する。

温水発生器の能力増に関しては、需要先での熱量で決まるが、需要先が遠方かつ吸収式冷凍機での熱利用を計画している場合には、高温水供給設備を採用する場合もある。

(2) 増設・更新機器

更新設備 (機器)

- ① 空気加熱器、空気加熱器用送風機
- ② 温水発生器及び温水タンク、ポンプ等温水関連機器 (高温水設備でも同様)
- ③ 電気計装設備
- ④ その他

(3) 要検討事項

ア 荷重増加の影響 (躯体構造)

空気加熱器等の容量増 (荷重増) による既存の建築躯体の構造、機器フレーム強度に十分留意し、必要であれば構造補強を行うこと。

イ 排ガス量の増減による煙突からの排ガス拡散条件の変化の影響

排ガス中への水噴射量が減少することから、排ガス量の減少が予想される。ろ過式集じん器や誘引通風機に関しては問題ないと想定されるが、空気加熱器系統の高温空気が増加することから、煙突における排出ガス量（温度）の変化による排出ガス速度（笛吹き現象の発生など）、排ガス拡散条件の変化には留意が必要である。

ウ 白煙防止用空気量の調整

排ガス中の水分濃度の低下により白煙発生条件は緩和されることが予想される。

エ ガス冷却室出口ガス温度の高温化による空気予熱器伝熱管への弊害

ガス冷却室出口ガス温度が高温化（概ね 500℃以上）すると、排ガス中の飛灰の一部が熔融し、後続の空気予熱器伝熱面に付着し易くなる場合があるので、スタートブロワ等の飛灰除去装置の設置を検討する必要がある。

オ 余熱利用先での利用条件

- ・ 場外での余熱利用を行う場合、需要先での温水利用条件を十分に把握した上で設備容量、仕様を決定すること。
- ・ 需要先での利用目的、利用時間、利用時期に留意し、焼却施設の運転時間や休炉期間との調整が必要となる。予備ボイラ等のバックアップ熱源を需要先もしくは焼却施設内に設置することが望ましい。

カ 無放流の場合の給水、排水の収支確認

ガス冷却水（排水処理水）の使用量が減ることから、無放流の施設では、排水処理水の収支に十分留意する必要がある。

3-3 廃熱ボイラ方式採用施設における整備手法

廃熱ボイラ方式焼却炉を採用している施設における主要なエネルギー回収能力増強手法は次のとおりである。

- 1 低空気比運転による廃熱ボイラ回収熱量の増加
- 2 廃熱ボイラの増強等による回収熱量の増加
- 3 蒸気タービン排気圧力低下による発電量増加

【解説】

- 従来の廃熱ボイラ方式焼却施設のフロー例を図 15 に示す。
焼却炉で完全燃焼した燃焼ガスは、廃熱ボイラで、熱回収及び減温される。
- 廃熱ボイラの蒸気条件は、蒸気利用設備の使用目的及び規模等によって決まる。ボイラ伝熱管のストロワ用蒸気が 1MPa 程度の圧力を必要とすることから、発電をしない場合は 1~2MPa としている例が多いが、発生蒸気を最大限発電に利用することを目的とする場合は、従来は過熱器の高温腐食を避けるため、主蒸気圧力を 3MPa 以下、温度を 300℃以下としていた。現在では過熱器材料やボイラ構造の開発により 4MPa、400℃級のプラントの稼動実績も増え、耐用面の評価も得られている。ただし、燃焼ガス中の塩化水素濃度、硫黄酸化物濃度が高い施設は十分な検討が必要である。
- 廃熱ボイラで熱回収及び減温された燃焼ガスは、ダイオキシン類の再合成抑制等、効果的な排ガス処理を行うため、減温塔で更に減温される。
- 窒素酸化物 (NOx) の規制が厳しい場合は、触媒脱硝装置を設置するケースが多い。触媒は、排ガス中に微量に含まれる SO₃ により被毒し性能が低下するので、ガス再加熱器により運転温度を高くし性能低下を回避する。
最近では低温触媒方式が開発され、ガス再加熱器を不要としている事例もある。

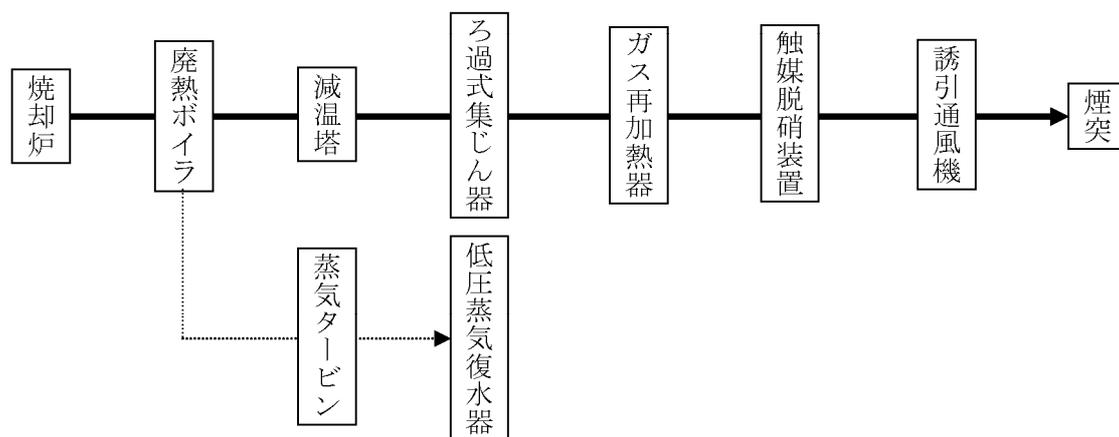


図 15 廃熱ボイラ式焼却施設フロー例

- 廃熱ボイラ方式採用施設におけるエネルギー回収能力増強の主要整備手法例として
 - 1 低空気比運転による廃熱ボイラ回収熱量の増加
 - 2 廃熱ボイラの増強等による回収熱量の増加
 - 3 蒸気タービン排気圧力低下による発電量増加
 以上3方式の特徴を表12に示す。

表12 廃熱ボイラ方式採用施設における主要整備手法の比較

項目	低空気比運転による廃熱ボイラ回収熱量の増加	廃熱ボイラの増強等による回収熱量の増加	蒸気タービン排気圧力低下による発電量増加
整備概要	燃焼用空気比を低減させることにより排ガス熱損失を低減させ、廃熱ボイラでの熱回収量を増加させる。	過熱器増設による蒸気温度の昇温や、エコノマイザ増設により熱回収量を増加させる。	蒸気タービンの排気圧力を低下させることにより発電量を増加させる。
メリット	効果的な熱回収能力増強方法であり、施設の大規模整備をすることなく、運用上の変更により熱回収可能な場合もある。 高温燃焼により現状以上のダイオキシン類分解効果が期待できる。	蒸発量増加もしくは蒸気温度の高温化による発電量の増加が可能。	廃熱ボイラや排ガス系統を整備することなく、発電量を増加することが可能。 水冷蒸気復水器によるロードヒーティング用温水などの低温熱回収も可能。
デメリット	高温燃焼によりストーカ火格子、耐火材、ボイラ伝熱管等の負荷が大きくなる。 低空気比により、完全燃焼に留意する必要がある。	過熱器やエコノマイザを増設するので、工事が大規模となる。 ボイラ伝面増加による届出が必要。	水冷式蒸気復水器を採用する場合、冷却水の水源確保が必要。
適用施設	蒸気関連機器類及び蒸気タービンの容量に余裕がある施設。 また、低空気比でも混合攪拌が十分に行える炉構造を有する施設。	蒸気関連機器類及び蒸気タービンの容量に余裕がある施設。	蒸気タービンや蒸気復水器の容量に余裕がある施設。 また、河川や海水、機器冷却水等の冷却水確保が容易な施設。
エネルギー回収能力	小～大	小～中	小～大

- 主要整備手法の3方式は、組み合わせて整備することも可能である。手法例の詳細を次項以降に示す。

3-3-1 低空気比運転による廃熱ボイラ回収熱量の増加整備手法例

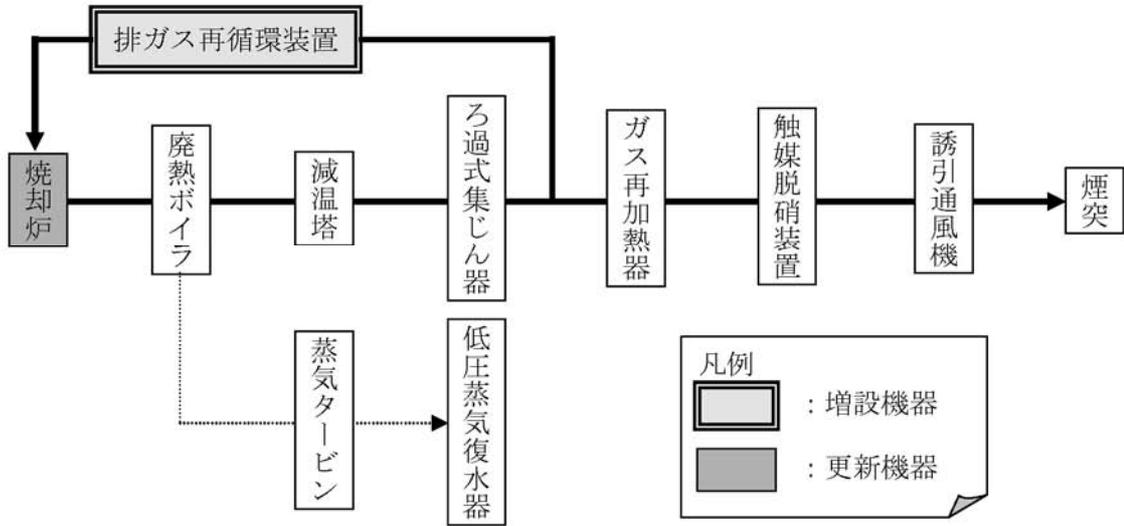


図 16 低空気比運転のフロー例

(1) 整備手法概要

従来、ストーカ式や流動床式焼却炉では、完全燃焼を行うために、燃焼用一次空気、二次空気の合計した空気比を概ね $\lambda=2$ 程度としている。(ごみ質により変動、図 17 参照。)

理論燃焼空気量が $\lambda=1$ であるから、残りの1は、燃焼ガスの減温(エネルギー回収熱量の減少)及び燃焼ガス量の増加に繋がっている。

近年、高温低空気比燃焼技術等を活用したガス化溶融システムや次世代型ストーカ炉が開発されているが、低空気比運転に係るコンセプトは以下のとおりである。

- ア 低空気比 ($\lambda=1.3\sim 1.5$) による燃焼ガス量減少
- イ 燃焼温度 $1,000^{\circ}\text{C}$ 以上によるダイオキシン類の完全分解
- ウ 熱回収率の向上

低空気比運転により、廃熱ボイラにおける蒸気発生量が増

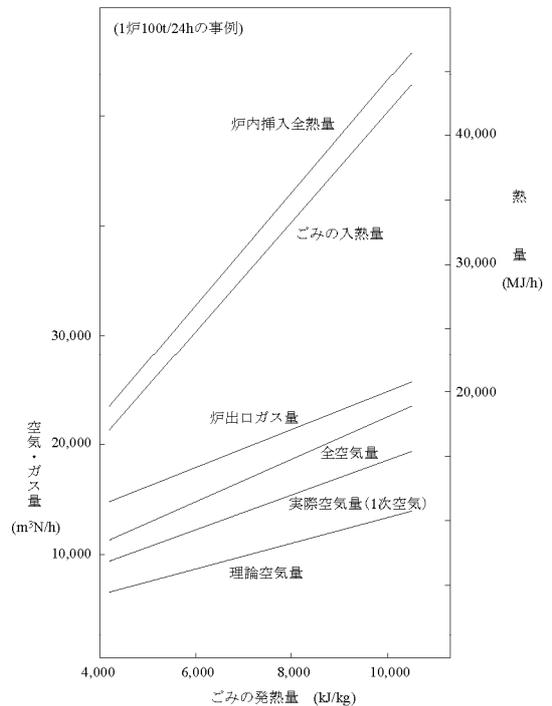


図 17 ごみ発熱量とガス・空気量・入熱量の関係の例
出典:「ごみ処理施設整備の計画・設計要領 2006 改訂版」
(社)全国都市清掃会議 (平成 18 年 6 月)

加することから既存の廃熱ボイラや蒸気系機器の容量に余裕があることが前提条件となる。

焼却炉内が従来より高温となるため、冷却効率の高いストーカ（高効率空冷火格子、水冷火格子等）、クリンカの付着しにくい炉構造（水冷壁、空冷壁等）の採用などの対策が必須である。

また、低空気比化に伴い炉内の燃焼ガスの完全燃焼及び混合攪拌を促進するために、排ガス再循環装置や酸素富化装置の増設についても検討が必要である。

(2) 増設・更新機器

ア 増設設備（機器）

- ① 排ガス再循環装置等、低空気比燃焼用空気供給設備に係る設備
- ② その他

イ 更新設備（機器）

- ① 焼却炉（ストーカ、炉本体）
- ② 押込送風機（必要に応じて）
- ③ 二次送風機（必要に応じて）
- ④ 電気計装設備
- ⑤ その他

(3) 要検討事項

ア 既存焼却炉での対応の可否

- ・ 低空気比運転することで、火格子温度が上昇するので、既存ストーカ（火格子）で耐用出来るか確認する必要がある。水冷火格子を採用する場合は、冷却水系統も増設する必要がある。
- ・ 焼却炉内が従来より高温となるため、煉瓦の材質、厚み等が対応可能か検証する。また、炉壁にはクリンカが発生しやすくなるため、水冷壁、もしくは空冷壁構造等にすることが望ましい。
- ・ 焼却炉を更新する場合は、既存の建築躯体の構造、焼却炉などのフレーム強度に十分留意し、必要であれば基礎から構造補強を行うこと。

イ 既存廃熱ボイラ及び蒸気関連機器容量の確認

- ・ 蒸気発生量が増加することから、廃熱ボイラや補機類の容量の余裕度を確認する。
- ・ 廃熱ボイラ内における燃焼ガス温度分布の変化が予想される。特に過熱器を設置している場合には、入口ガス温度は過熱器へのダストの付着にも関連するので注意が必要である。

ウ 排ガス量の減少及び性状変化の影響確認

- 排ガス量は減少する。後続機器への影響はないと想定されるが、ガス中の水分割合の変化により白煙防止条件を満足しているか検討が必要である。

3-3-2 廃熱ボイラの増強等による回収熱量の増加整備手法例

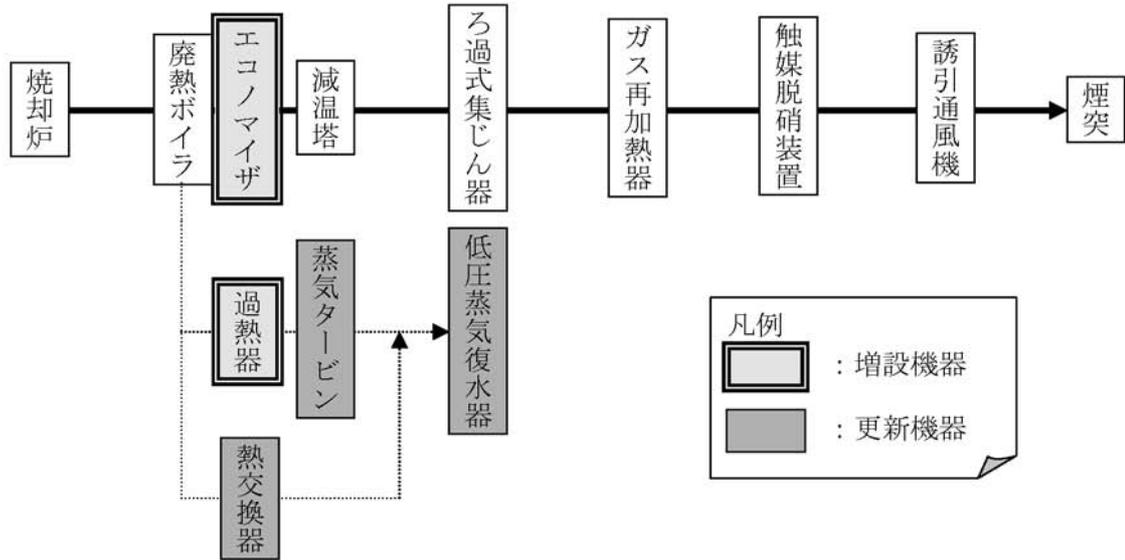


図 18 廃熱ボイラ増強等のフロー例

(1) 整備手法概要

蒸気系機器の容量に余裕がある場合には、既存廃熱ボイラ出口にエコノマイザを設置（既にエコノマイザが設置されている施設では、更なる伝熱面積の増加）し、廃熱ボイラの給水を予熱することにより更なる熱回収を行う。

また、ボイラ出口の蒸気、もしくは蒸気タービン入口蒸気を新設の過熱器により高温化し、蒸気タービンによるより効果的な発電を行うものである。

過熱器の熱源としては、

- ・排ガス（既存ボイラ内に過熱器の設置可能なスペースがある場合）
 - ・ガスタービン排ガス（スーパーごみ発電の場合）
 - ・非常用発電機を常用化することによる発電機エンジン排ガス
- などが考えられる。

また、発電以外にも既存の余熱利用量の拡大（熱交換器の更新）も考えられる。

(2) 増設・更新機器

ア 新設設備（機器）

- ① エコノマイザ
- ② 過熱器及び附属設備
- ③ その他

イ 更新設備（機器）

- ① 蒸気タービン（必要に応じて）
- ② 低圧蒸気復水器（必要に応じて）
- ③ 蒸気関連機器（必要に応じて）
- ④ 電気計装設備
- ⑤ その他

(3) 要検討事項

- ア 既存廃熱ボイラ及び蒸気関連機器容量の確認（エコマイザ新設・増設の場合）
- ・ 蒸気発生量が増加することから、廃熱ボイラや蒸気関連機器類の容量の余裕度を確認する。
 - ・ エコマイザ内の給水状態（給水が蒸発してしまわないか）の検討
 - ・ ボイラ給水ポンプの圧力の余裕度を確認する。
- イ ガス量の影響確認（エコマイザ新設・増設の場合）
- ・ エコマイザ設置に伴い、減温塔入口ガス温度が低下するので、減温塔水噴射量が減少し、排ガス量は減少する。後続機器への影響はないと想定されるが、煙突吐出速度等（ガス拡散条件の変化等）の確認を行う。
- ウ 水噴射量減少の影響確認（エコマイザ新設・増設の場合）
- ・ 減温塔の噴霧水は、一般的に排水処理水を使用している。特に無放流の施設では、給排水の収支の確認が必要である。
- エ 蒸気条件の変化による蒸気タービン、低圧蒸気復水器の能力、過熱器の耐用確認（過熱器新設・増設の場合）
- ・ 過熱器の設置により蒸気タービン入口蒸気が高温化するので、既存蒸気タービンが対応可能か、最高使用温度等を確認する。
 - ・ 蒸気タービン入口蒸気の高温化に伴い、低圧蒸気復水器入口蒸気の性状も変化する。既存蒸気復水器の能力を確認する必要がある。
- オ 適用法令の準拠
- ・ ボイラ伝熱面積や発電能力の変更にあたっては、電気事業法や労働安全衛生法の規定に基づき手続きを行うこと。

3-3-3 蒸気タービン排気圧力低下による発電量増加整備手法例

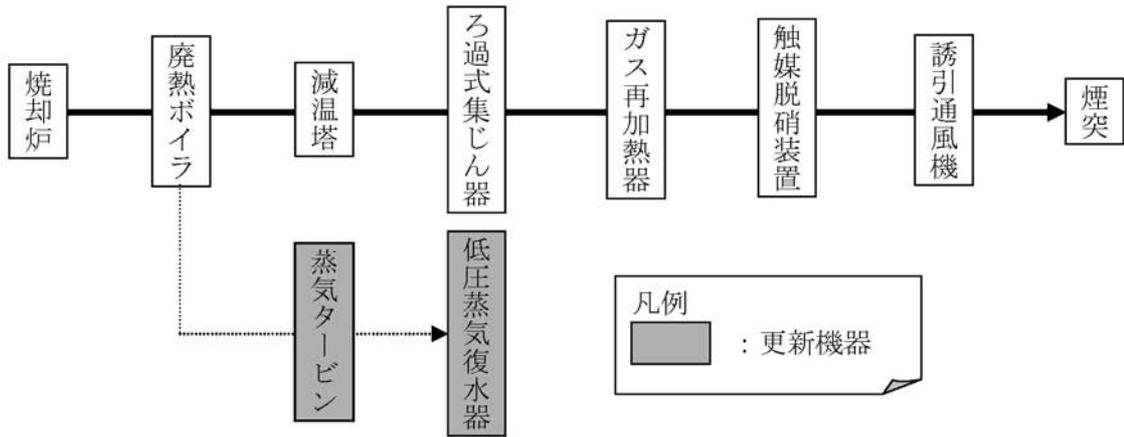


図 19 蒸気タービン排気圧力低下のフロー例

(1) 整備手法概要

蒸気タービンの排気圧力を下げることで発電量を増加させる。空冷式蒸気復水の伝熱面積の増加、または、排気圧力をより低減可能な水冷式蒸気復水器に変更する。

蒸気タービン出口で、水冷・空冷の蒸気復水器を併用することも可能である。水冷の冷却水は、ロードヒーティングや洗車用温水として利用できる。(図 20)

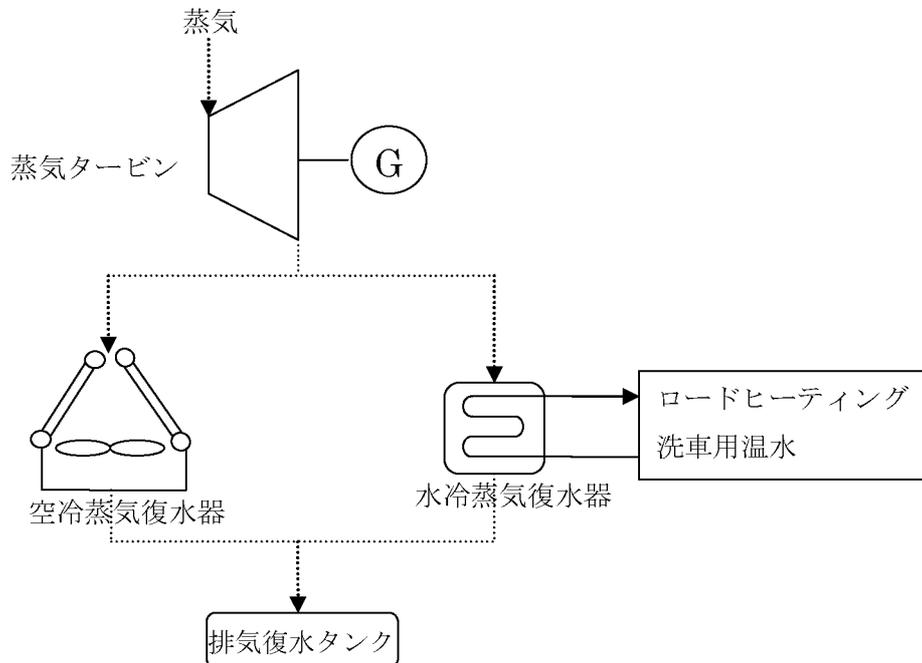


図 20 水冷、空冷蒸気復水器併用例

(2) 増設・更新機器

更新設備（機器）

- ① 低圧蒸気復水器及び関連機器類
- ② 蒸気タービン（必要に応じて）
- ③ 蒸気関連機器（必要に応じて）
- ④ 電気計装設備
- ⑤ その他

(3) 要検討事項

ア 蒸気タービンの排気圧力低下の許容値の確認

- ・ 排気圧力が、既存蒸気タービンの排気圧下限許容値を下回らないことを確認すること。
- ・ 発電機及び電気設備の容量の確認。

イ 空冷式蒸気復水器増設の場合の採算性の確認

- ・ 空冷式の場合、伝熱面増加に伴うファンの消費電力増加分と発電量増加分との比較検討が必要である。
- ・ 建屋が増設となる可能性が高く、また、騒音対策が必要である。

ウ 水冷式蒸気復水器設置の場合の採算性の確認

- ・ 水冷式の場合、別途冷却水（河川水の利用、冷却水冷却塔の設置など）の確保が必要となる。

なお、河川水については、新たな水利権の取得が困難な場合がある。

- ・ 空冷式と同様に水冷式採用に伴う機器類の消費電力と発電量増加分との比較検討が必要である。

エ 適用法令の準拠

- ・ 発電能力の変更にあたっては、電気事業法の規定に基づき手続きを行うこと。

3-4 その他、両方式共通整備手法

水噴射式焼却炉、廃熱ボイラ方式焼却炉に共通したエネルギー回収能力増強（省エネルギー化含む）の主要メニュー例は次のとおりである。

- 1 潜熱蓄熱材を利用した熱供給システム
- 2 ごみ発電ネットワーク事業
- 3 焼却施設における ESCO 事業

【解説】

- 潜熱蓄熱材を利用した熱供給システム及び特定電気事業者を利用したごみ発電ネットワークは、環境省の平成 19 年度の廃棄物処理施設における温暖化対策事業（石油特会）において補助対象事業となっている。

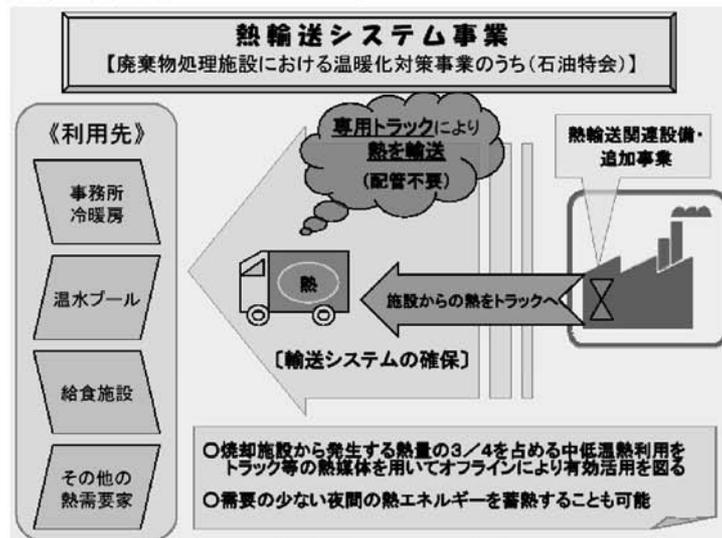


図 21 熱輸送システム事業図

出典：環境省

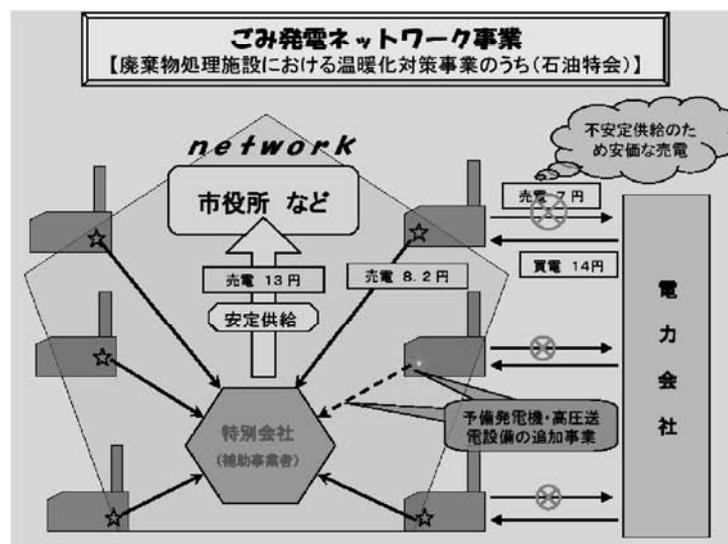


図 22 ごみ発電ネットワーク事業図

出典：環境省

- また、エネルギー回収能力の増強ではなく、省エネ化の観点から、焼却施設における ESCO 事業採用による電力使用量の削減方法についても紹介する。

ESCO(Energy Service COmpany)事業とは、それまでの環境を損なうことなく、工場やビルなどの省エネルギー化に関する包括的なサービスを提供する事業である。

- 水噴射式焼却炉、廃熱ボイラ方式焼却炉に**共通した**エネルギー回収能力増強の主要整備手法例として

- 1 潜熱蓄熱材を利用した熱供給システム
- 2 ごみ発電ネットワーク
- 3 焼却施設における ESCO 事業

以上 3 方式の特徴を表 13 に示す。

表 13 水噴射式焼却炉、廃熱ボイラ方式焼却炉に共通した主要整備手法の比較

項目	潜熱蓄熱材を利用した熱供給システム	ごみ発電ネットワーク事業	焼却施設におけるESCO 事業
整備概要	ごみ焼却施設の排ガスや余剰蒸気などの通常廃棄されている低温熱源からからの廃熱を、酢酸ナトリウムやエリスリトールなどの蓄熱材を充填したタンクに蓄熱し、コンテナ車等により熱利用先へ搬送するもの	廃棄物発電施設からの余剰電力を特定規模電気事業者（Power Producer and Supplier）を介して、電力の需要家である他の行政施設へ電力を融通する仕組みであり、従来の一般電気事業者との売買電力の価格差を利用し自治体総体としての電力に係る収支を改善する効果が期待できる。	ESCO 事業とは、工場やビルなどの省エネルギー化に関する包括的なサービスを提供する事業である。本事業に係る経費は、削減された省エネルギーメリット（電気料金など）の一部から支払われることとなり、初期投資費用を負担する必要がない。
メリット	従来、廃棄されていた低温排熱を回収し、数十キロ離れた熱利用施設へ搬送可能である。	自治体内にあるごみ焼却工場の電力ネットワークを構築した場合、自治体総体として財政負担の軽減が期待される。	エネルギー削減量については事業者が保証をするため、より確実に省エネルギー化が実現でき、自治体にリスクはほとんどない。
デメリット	搬送距離が長い場合、輸送にエネルギーを消費してしまう。	ネットワーク事業は長期間にわたる事業であり、その間における廃棄物処理行政の動向や発電事業を取り巻く環境の変化など、予測困難なファクターが内在する。	送風機やポンプ類のインバータ化や制御システムの効率化等が主な整備内容であるため、大規模なエネルギー削減効果は期待出来ない。
適用施設	数キロ～数十キロ圏内に冷暖房や給湯等の熱利用先がある施設。	常時売電している大型施設を数箇所保有している大都市など。	竣工後数年～数十年が経過しているすべての施設。
エネルギー回収能力	小～中	— (ただしコスト効果は大)	小
費用対効果			三鷹市では、ESCO 事業費約 42 百万円（4 年間）の契約で、年間約 439ton の CO ₂ 削減効果を見込んでいる。 （詳細は、「参考資料 2-2 焼却施設におけるESCO 事業」を参照）

○ 手法例の詳細を次項以降に示す。

3-4-1 潜熱蓄熱材を利用した熱供給システム事業例

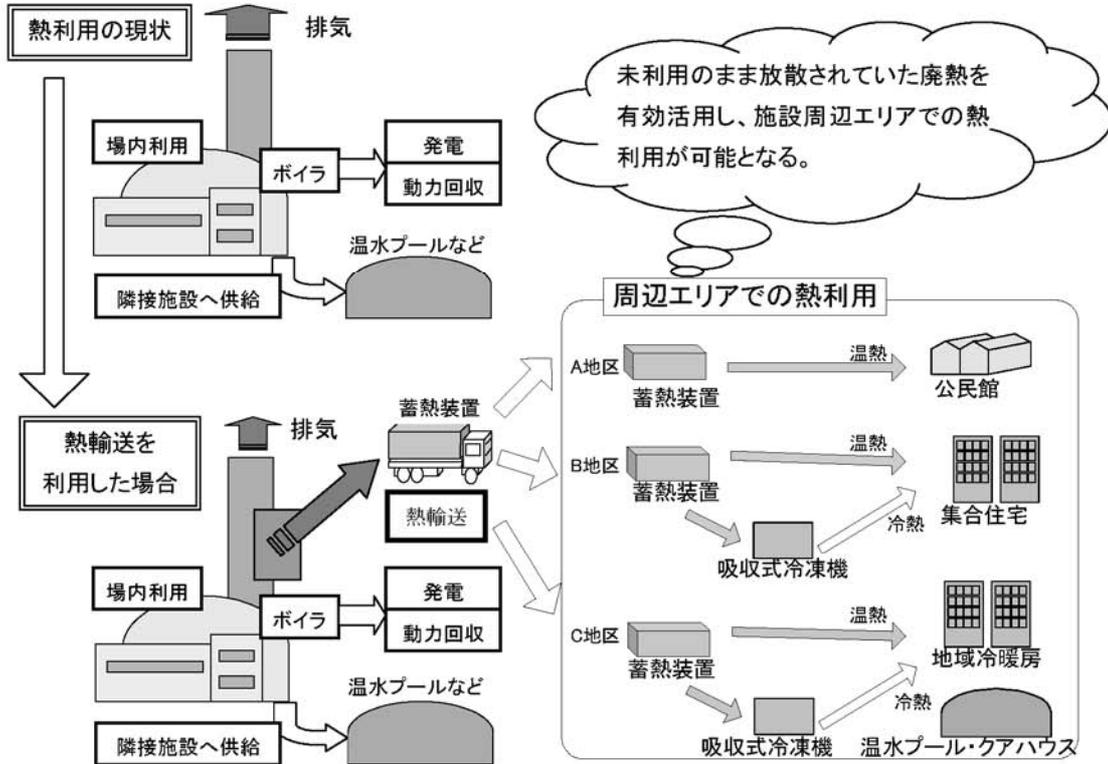


図 23 熱輸送システム概念図

(1) 整備手法概要

ごみ焼却施設において回収した廃熱の有効利用先として、これまでは、蒸気タービンによる発電、燃烧空気の予熱などのプロセスへの利用、場内の冷暖房や給湯、ならびに隣接する温水プールなど熱利用施設への熱供給等が行われてきた。

近年、ごみ焼却施設から発生する中・低温域の廃熱を可搬式の蓄熱装置に蓄え、公道を輸送して、数～十数 km 先の熱利用施設に運び、輸送先で熱利用を行ういわゆる「蓄熱輸送技術」の開発が進んでおり注目を集めている。

本システムは、ごみ焼却施設の排ガスや余剰蒸気などの通常廃棄されている低温熱源からからの廃熱を、酢酸ナトリウムやエリスリトールなどの蓄熱材を充填したタンクに蓄熱し、蓄熱装置搬送車等により熱利用先へ搬送するものである。

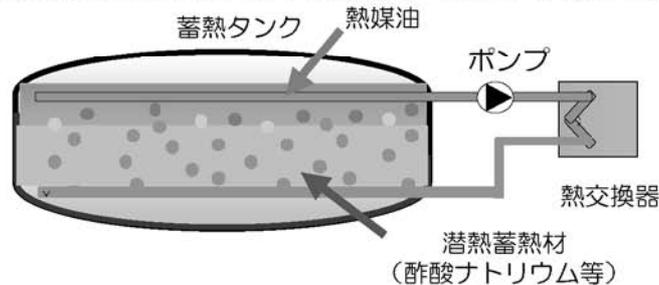


図 24 蓄熱タンク概念図

必要な設備としては、図 25 に示すように、ごみ焼却施設側での熱交換器（油過熱器）及びポンプなどの補機類、熱利用先での熱交換器及びポンプなどの補機類と、蓄熱装置及び搬送車となる。

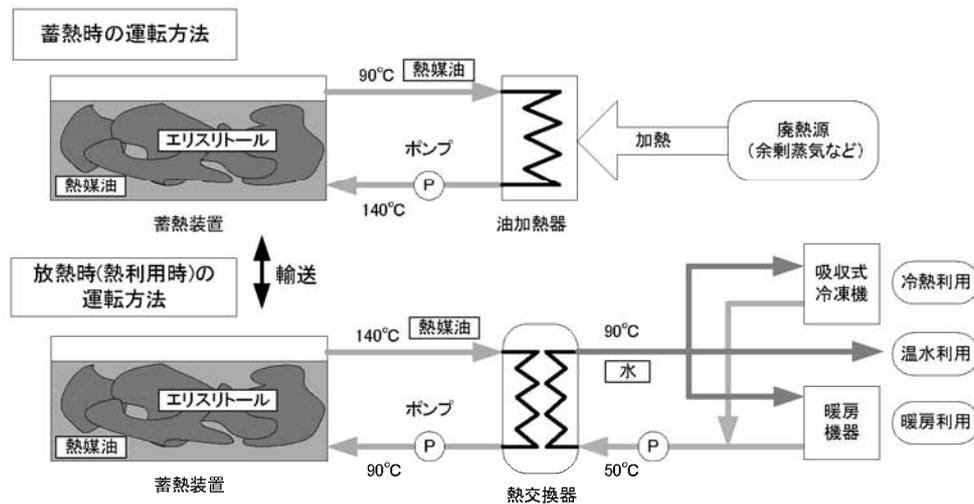


図 25 システムフロー図

(2) 増設・更新機器

ア 増設設備（機器）

- ① 熱交換器及び補機類
- ② 可搬式蓄熱装置
- ③ 搬送車
- ④ その他

イ 更新設備（機器）

- ① 電気計装設備
- ② その他

(3) 要検討事項

ア 採算性及び LCCO₂ の確認

本システムは、熱利用先までの搬送距離が重要となる。利用先が長距離であると、搬送に伴うエネルギー（軽油など）の利用が多くなり、ランニングコスト及び CO₂ 排出量が増加するので、搬送熱量と搬送距離には十分な検討が必要となる。

イ 焼却施設側の影響

- ・ 煙突部等の排ガスから熱回収する場合は、熱交換器伝熱面の低温腐食に留意する。
また、熱源温度が低い場合、熱交換器伝熱面積を大きくする必要がある。
- ・ 白煙防止基準がある場合はその影響も検討する。

- ・ 交換熱量により蓄熱装置容量及び搬送車台数が決まる。焼却施設には、搬送車の熱交換及び待機スペースを確保する必要がある。
- ・ 環境省の平成 19 年度廃棄物処理施設における温暖化対策事業(石油特会)では、補助対象事業者が民間等に限られているため、熱輸送事業者を設定するなどして委託することになる。

(4) 事例

必要な機器類についての詳細は、参考資料-1 の「1-9 潜熱蓄熱材を利用した熱供給システム」を参照。

(5) 補助制度

平成 19 年度廃棄物処理施設における温暖化対策事業（石油特会）による補助については、次のとおりである。

ア 補助対象事業者

- ・ 民間事業者
- ・ 独立行政法人
- ・ 民法第 34 条の規定により設立された法人
- ・ 法律により直接設立された法人

イ 交付の対象となる事業の要件

廃棄物から得られ、輸送される熱量 : 12.56GJ/日 (3.0Gcal/日) 以上

ウ 交付の対象となる施設の範囲

- ・ 熱供給に必要な設備
- ・ 熱交換に必要な設備
- ・ 熱輸送に必要な設備
- ・ 前各号の設備の設置に必要な電気、ガス、水道等の設備（前各号の設備と一体不可分であるものに限る。）

エ 補助率 1 / 2

オ 参考事項

市町村の一般廃棄物焼却施設におけるエネルギー回収能力増強に関する施設整備については、循環型社会形成推進交付金の交付対象となる。(交付率 1 / 3)

3-4-2 ごみ発電ネットワーク事業例

(1) 整備手法概要

廃棄物発電施設からの余剰電力を特定規模電気事業者 PPS (Power Producer and Supplier) を介して、電力の需要家である他の行政施設へ電力を融通する仕組みであり、従来の一般電気事業者との売買電力の価格差を利用し自治体総体としての電力に係る収支を改善する効果が期待できる。

(2) 増設・更新機器

ア 増設設備 (機器)

- ① 調整電源 (ガスエンジン等)
- ② 制御システム
- ③ その他

イ 更新機器

- ① 電気計装設備
- ② その他

(3) 要検討事項

ア 事業主体

- ・ 事業主体が自治体の場合、一般に、PPS 事業を実施するノウハウを有していないことや、自治体自ら調整電源を持つ必要があり相応の投資が必要となる。
- ・ 事業主体が第三セクター・民間の場合、自治体として、事業メリットの享受や民間 PPS 事業者の事業ノウハウを活用することができる反面、民間 PPS 事業者との長期契約が条件となるため、事業環境の変化に対しての明確なリスク分担が必要となる。

イ 制度面・運用面

- ・ 施設の運用に関し、将来起こりうるトラブル等の重要度と頻度などを十分精査した上でのリスク分析を実施し、所要のリスクは考慮に入れておくべきである。
- ・ 発電ネットワークを構成する構築する廃棄物焼却工場の建替えは数十年という長期的なスパンで行われることから、施設更新の影響についても留意しておく必要がある。

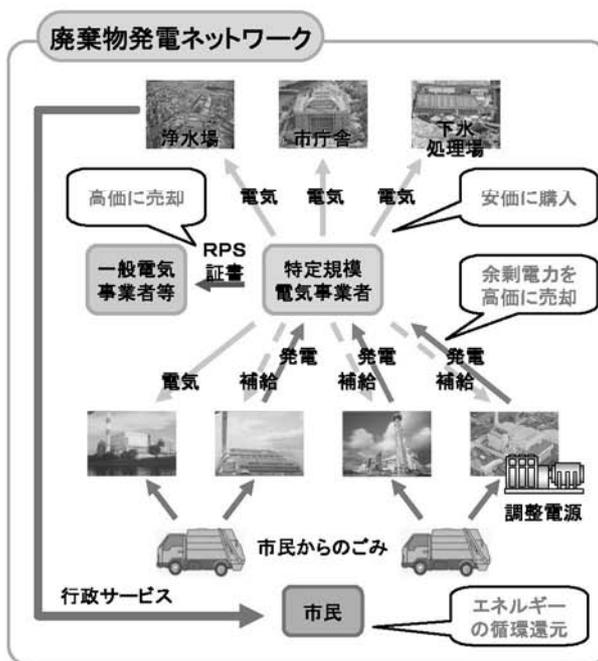


図 26 発電ネットワーク概念図

- ・ 収支結果に大きく影響を及ぼす電力会社の売電・買電料金の動向に加えて、地球温暖化に関連する RPS 証書市場の動向は、PPS 事業の行方を左右する重要な要素であることから、今後とも十分注視する必要がある。
- ・ 環境省の平成 19 年度廃棄物処理施設における温暖化対策事業(石油特会)では、補助対象事業者が民間等に限られている。
また、事業実施にあわせ、ネットワークを構成するごみ発電施設の発電能力の増強が条件となっている。

(4) 事例

採算性等の詳細は、参考資料-1 の「1-1 廃棄物発電ネットワーク化」を、自治体の取組みについては、参考資料-2 の「2-3 発電ネットワークシステムに係る取組み」を参照。

(5) 補助制度

平成 19 年度廃棄物処理施設における温暖化対策事業(石油特会)による補助については、次のとおりである。

ア 補助対象事業者

- ・ 民間事業者
- ・ 独立行政法人
- ・ 民法第 34 条の規定により設立された法人
- ・ 法律により直接設立された法人

イ 交付の対象となる事業の要件

- ・ 参画するすべてのごみ発電施設における総発電量の増加量 : 10GWh/年以上
- ・ 参画するすべてのごみ発電施設におけるネットワーク
全体での発電効率 : 2%以上の向上

ウ 交付の対象となる施設の範囲

- ・ 発電に必要な設備(調整電源用設備)
- ・ 蓄電に必要な設備(調整電源用設備)
- ・ 電力制御に必要な設備
- ・ 前各号の設備の設置に必要な電気、ガス、水道等の設備(前各号の設備と一体不可分であるものに限る。)

エ 補助率 1/2

オ 参考事項

市町村の一般廃棄物焼却施設におけるエネルギー回収能力増強に関する施設整備については、循環型社会形成推進交付金の交付対象となる。(交付率 1/3)

3-4-3 焼却施設における ESCO 事業例

(1) 整備手法概要

ESCO(Energy Service COmpany)事業とは、それまでの環境を損なうことなく、工場やビルなどの省エネルギー化に関する包括的なサービスを提供する事業である。本事業に係る経費は、削減された省エネルギーメリット（電気料金など）の一部から支払われることとなり、初期投資費用を負担する必要がない。また、エネルギー削減量については ESCO 事業者が保証をするため、より確実に省エネルギーが実現できることも大きな特徴の一つである。

(2) 増設・更新機器

施設により内容は異なる。

(3) 要検討事項

ア 契約形態

ESCO 契約方式には、シェアード・セイビングス方式とギャランティード・セイビングス方式の 2 種類の形態があるので、その施設に応じた契約をする。

＜シェアード・セイビングス方式＞

- ・ 節減額分与契約
- ・ 資金調達 は ESCO 事業者が金融機関より行うため、ESCO 設備は事業者が所有
- ・ 発注者は、設備償還額を含む ESCO サービス料を支払う

＜ギャランティード・セイビングス方式＞

- ・ 節減額保証契約
- ・ 資金調達は発注者が金融機関より行うため、ESCO 設備は発注者が所有
- ・ 発注者は、削減額の一部を ESCO サービス料として支払う

イ 契約期間

- ・ 契約期間は、施設の耐用年数、費用対効果を鑑み、最適な期間を設定すること。
- ・ 通常、複数年の債務負担をすることが多い。

(4) 事例

表 14 に三鷹市環境センターでの取組み事例を示す。

焼却場のプラント設備に加え、空調設備、電気設備の省エネルギー化を図ることにより年間約 439t-CO₂ を削減する計画であり実現している。

表 14 ESCO 事業事例（三鷹市カタログより）

No.	省エネ項目	電力削減量 (kWh/年)	エネルギー削減量 (kL/年)	CO ₂ 削減量 (kg-CO ₂ /年)
1	水冷壁水循環ポンプの容量変更	69,049.7	17.5	26,100.8
2	灰出設備のタイマー制御	222,962.0	56.6	84,279.6
3	バグフィルタ用循環空気の加温方式変更	161,703.0	41.1	61,123.7
4	No.2 高圧蒸気復水器のファン停止	96,483.7	24.5	36,470.8
5	機器冷却水ポンプの温度制御	9,526.6	2.4	3,601.1
6	落下灰コンベヤのタイマー制御	13,608.2	3.5	5,143.9
7	再加熱用送風機への省エネベルトの採用	5,831.1	1.5	2,204.3
8	尿素噴霧用空気量の適正	23,797.8	6.0	8,995.6
9	AHU及びファンへの省エネベルトの採用	19,199.9	4.9	7,257.6
10	冷温水二次ポンプの連動制御	50,179.9	12.7	18,968.0
11	ファンの可変風量制御の採用	439,701.1	111.7	166,207.0
12	蛍光灯安定器の高効率化	49,471.5	12.6	18,700.2
	合計	1,161,514.5	295.0	439,052.6

※エネルギー削減量は計画値

三鷹市の取組み概要は、参考資料-2の「2-2 焼却施設における ESCO 事業（三鷹市）」を参照。