

# 都市ごみのエネルギー回収システム

## Energy Recovery System of Municipal Refuse

北 見 誠 一\*

### 1 まえがき

統計によれば、人口150,000人程度以上で、都市ごみを焼却することにより、蒸気または電力の形で、エネルギーを回収できる可能性のある都市は約120ヶ所にのぼると言う。人口の約半数がこれら大都市に集中している事を考えると、都市ごみからのエネルギー回収としては蒸気で数千ton/h、電力でも数百Mwhに達するものと推定され、当然のことながら、この省エネ時代、これを見捨てることは出来ず、大きく見直されようとしていることは周知の通りである。ここではこ

れら都市ごみのエネルギー回収の形態を整理し、実例を紹介し、さらに今後の問題点の提起を行いたい。

### 2 エネルギー回収の形態

まず、回収方法について整理すると、図-1のようになる。すなわち、直接焼却する場合と、一度他の燃料に変換する場合に別れる。後者の目的とする所は、燃料としての輸送、貯蔵の可能性を求めると同時に、直接焼却に比し、熱効率の良い、事業用動力プラントなどへの応用を考え、さらに、低2次公害装置として検討されているものと思われる。しかし、今の所、研究

表1 他形態燃料に変換する場合

| 燃料形態 | 基本原理  | 説 明   |                                       | 装 置 概 要  |
|------|-------|---|---------------------------------------|--|
| ガス燃料 | 嫌気性発酵 | 厨芥など水分の多いごみで微生物を利用した発酵によるCH <sub>4</sub> が(60~70%)となり他にH <sub>2</sub> 、CO <sub>2</sub> が混合した燃料。 |                                       | 分別装置、メタン発酵槽(中温30~37°C、高温50~55°Cがある)などが中心。  |
|      | 高温熱分解 | ごみを比較的高い温度の還元性雰囲気中で乾留し、発生したガスを燃料とするもので、CO、H <sub>2</sub> などが主体となる。                              |                                       | 固定床型<br>(立形シャフト炉)<br>移動床型<br>流動床型<br>ロータリキルン型<br>フラッシュ・<br>サスペンション型 } に分類される。他に必要に応じて、前後処理が含まれる。 |
| 液体燃料 | 低温熱分解 | ごみを比較的低い温度で乾留し、出てきたガスを冷却し液体燃料として回収するもの。   |                                       |  |
| 固体燃料 | 物理的処理 | 粉   | ごみを破碎、乾燥、篩分および粉砕などの処理をして粉末として燃料化するもの。 | 粗破碎、各種分別装置、粉砕機乾燥装置、圧縮成形装置、などの組合せプロセス   |
|      |       | 粒   | ごみを破碎、分別后、圧縮造粒し、ペレット状の燃料にするもの         |  |

\* 三菱重工業(株)横浜造船所機械部 環境装置開発課長

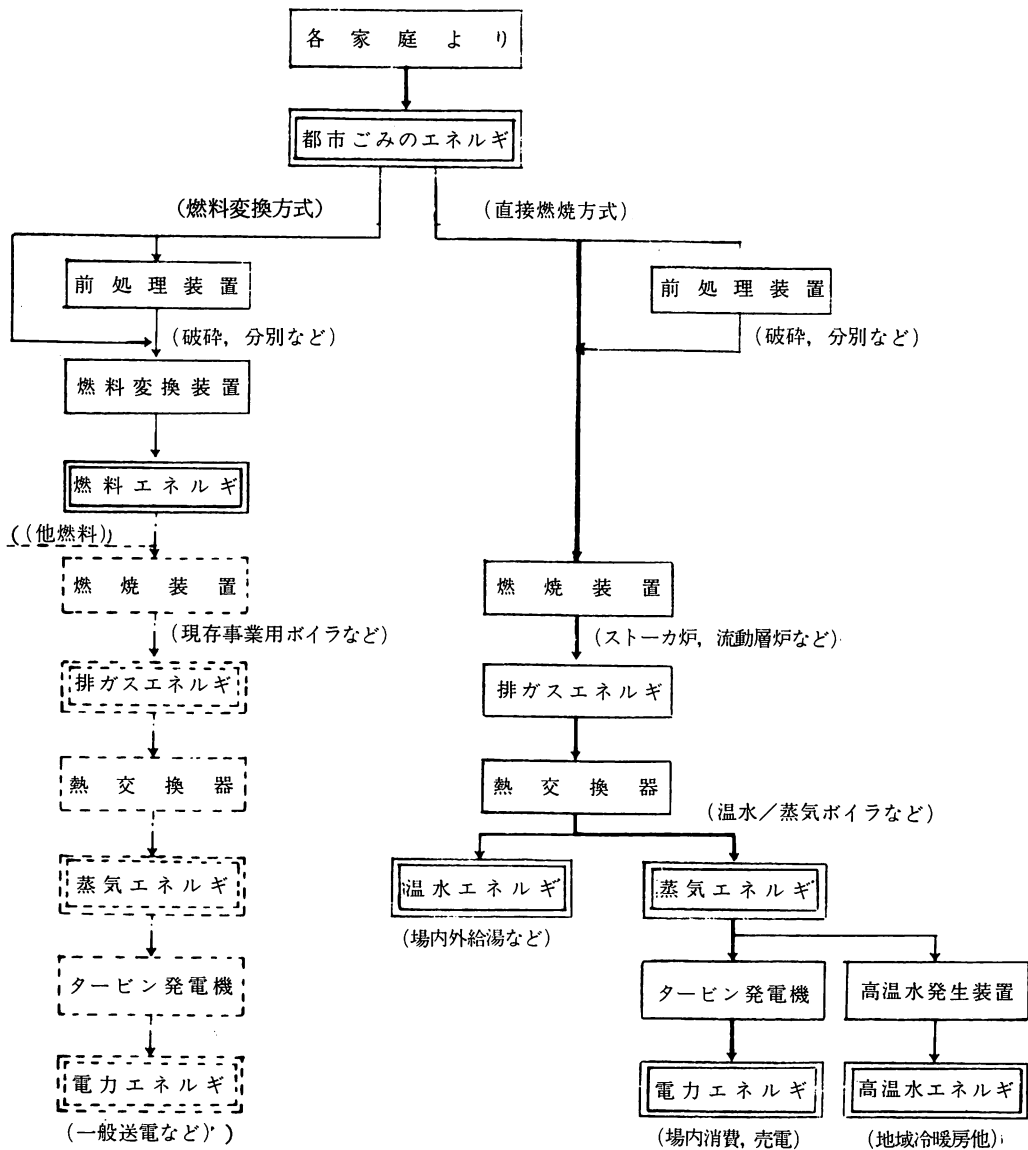


図-1 都市ごみのエネルギー変換過程

段階または実用化初期段階であり、直接焼却発電の方が大勢をしめているので、ここでは表1にその概要を紹介するにとどめる。

次に廃棄物からのエネルギーと、他のエネルギーとの結合により、より効率の良いプラントの計画が特に欧米などでは考えられているが、これを整理したのが表2である。これらの中には、考え方のみで実例を見ないものもあるが、今後、都市ごみに限らず、広く産業廃棄物からもエネルギー回収を考えると、既存の動力プラントなどとの関係で、いろいろなケースが考えられよう。

最後に利用面から整理して見たのが表3である。最も、利用しやすい形はもちろん、電力であるが、蒸気から電力に変換する場合の損失が出るので、若し、焼却場の近くに、蒸気を有効に利用出来る施設があれば熱効率の上からは有利と思われる。例えば、後述のように下水処理場などとの併設は今後大いに、エネルギーの有効利用と言う面から検討されるべきと考えられる。

### 3 実施例の紹介

前述のように、都市ごみの場合、直接焼却発電が大勢をしめており、国内でも建設中のものを含めると40

表2 他エネルギーとの結合方式

|                      |   |
|----------------------|---|
| (1) 燃料結合             | 互いに燃料の形態で結合するもので、例えば破碎ごみとコークスまたは石炭を同じストーカで燃焼する場合、または変換燃料（液体またはガスなど）と他の液体またはガス燃料とを同じバーナで燃焼する場合である。当然、炉およびボイラは同一のものである。今後、変換燃料化が若しすすめば、この形式の実現も多くなるものと予想される。特徴としては少い改造で一般ボイラが使用出来ることと思われる。  |
| (2) ガス結合             | ごみそのものまたは変換燃料を、通常ボイラとは別の燃焼器で燃焼させる場合で、炉が別の場合も考えられるが、熱ガスが一諸になり、同一のボイラで熱回収するケースである。同じ炉で燃焼器の異なる例としては米国セントルイス（破碎ごみと石炭）、ミュンヘン北2号（ごみと微粉炭）などの例がある。また、炉が別の例としてはシュトユットガルト、ミュンヘン北1号、エッセン（いずれもごみと石炭）に例が見られる。  |
| (3) 蒸気結合<br>(温水結合)   | ごみ焼却ボイラと通常ボイラとを別置する場合で、気圧/気温を同じにして同一のタービンに結合する場合、ごみ焼却ボイラからの蒸気を通常ボイラの補機（ボイラ給水ポンプ、IDF、FDFなど）駆動用に用いる場合、通常のボイラの給水加熱を行う場合、その他いくつかの応用が考えられる。例えばミュンヘン南5号では通常ボイラの給水加熱を焼却炉ボイラで行っており、ごみ焼却特有の高温度を防止している。（温水結合といえる）。<br>なお、同一タービンを廻す例としては、ローゼンハイム、デュッセルドルフなど、その他いくつか見られる。 |
| (4) 電力結合<br>(単独焼却発電) | 国内のすべてのケースがこれで、ごみ焼却ボイラのみで発電し、買電と併列運転する場合、または売電する場合である。国内では今後も増加するものと予想される。海外でも、ロンドン、ストックホルム、フランクフルト、パリ、イブリその他に多く例が見られる。<br>蒸気条件としては、日本では15~20 ata × 200~250℃（飽和）が主体で、欧州では40~60 ata × 350~450℃（過熱）が主体である。<br>技術的には最も容易と思われる。                                   |

ヶ所以上（焼却能力で約28,000 t/d 発電量で、約120 Mw）にも達している。ここではこれらの中で、最大規模で売電をも目的として計画された東京都葛飾工場の例を紹介したい。

まず図-2に全体の断面図を示す。又、エネルギー回収に関連する部分の諸元を下記に示す。

(1) 焼却炉：

型 式：三菱マルチン式連続ごみ焼却炉  
(フィーダ、逆送式ストーカ、クリンカラーを含む)

公称能力 / 低位発熱量：400 t/24 h / 2500

Kcal / kg

(2) ボイラ：

型 式：三菱自然循環水管ボイラ

蒸発量 / 圧力 / 温度：58.5 t/h / 20kg / cm<sup>2</sup> / 277℃

ガス条件：入口700~900℃、出口250~300℃

(3) 蒸気タービン発電設備 1台

型 式：三菱単車室衝動式低真空復水タービン

出 力 / 回転数：12,000 kw / 3,000 rpm

入口圧 / 温度：17kg / cm<sup>2</sup> / 273℃

背圧真空：560 mm Hg

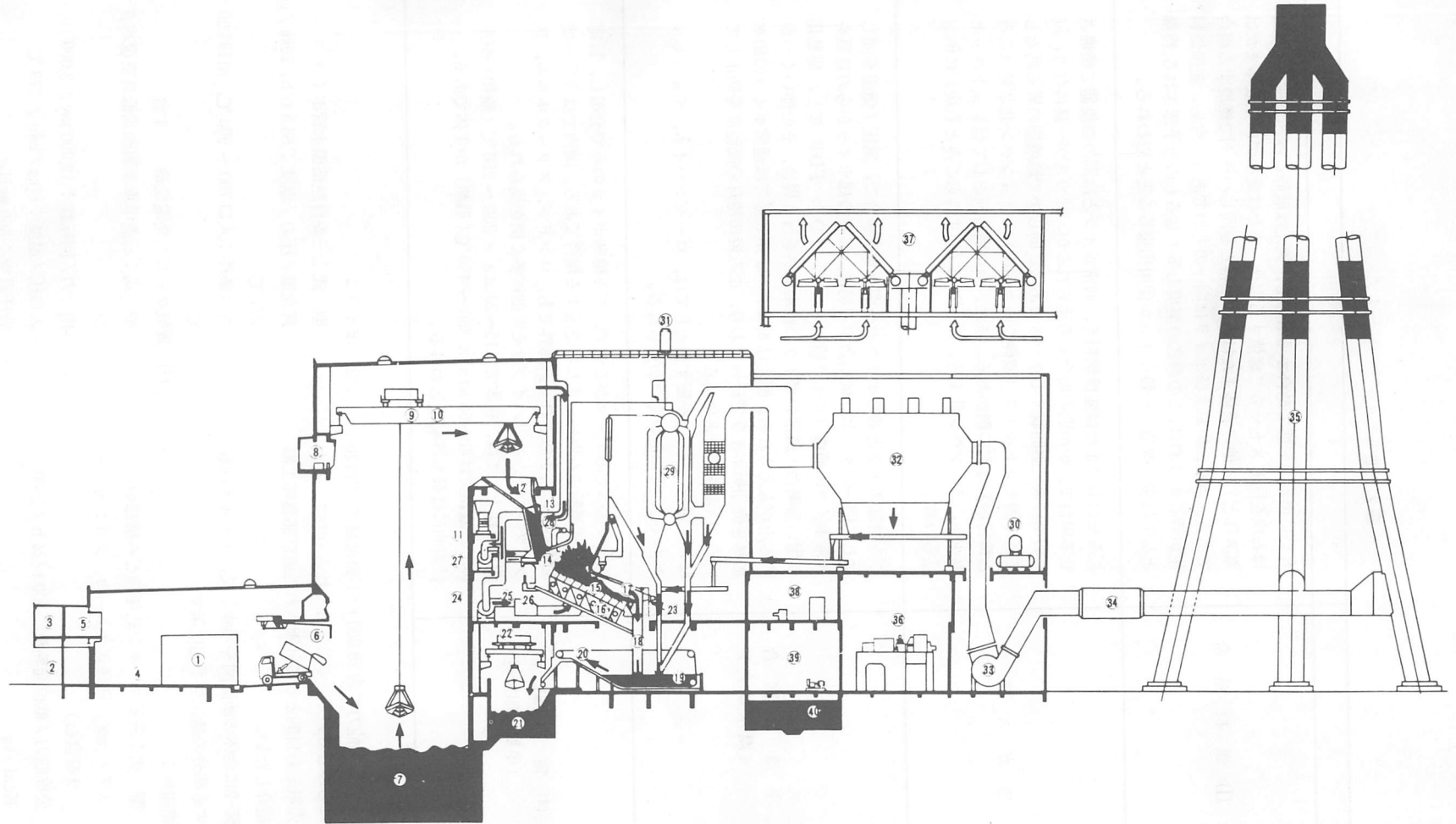


図-2 焼却炉フローシート

(4) 発電機

定格 / 力率 / 電圧 : 15,000 kVA / 80% / 6,600v

次にこれら設備に関し、設計上特に留意した点について記す。

(5) 復水器

型 式 : 三菱—ルンマス空冷復水器

復水真空 / 気温 : 0.24 kg / cm<sup>2</sup> / 32°C

(1) 発電設備容量

出力は12,000 kwであるが、これは最も平均的なごみ質 (1700 ~ 1900 kcal / kg) での3炉運転時に得ら

表 3 回収エネルギーの利用例

| <p>1.<br/>排<br/>ガ<br/>ス<br/>エ<br/>ネ<br/>ル<br/>ギ</p> | <p>最も初歩的な利用で、都市ごみのもつエネルギーは単なる燃焼（スト—カまたは流動層方式）により排ガスエネルギーに変換される。</p> <p>(1) 工場内利用（系内利用）<br/>空気予熱器が最も一般的であるが、最近ではガス洗浄後の白煙防止のためにガス再加熱用にも考えられている。これらのほかに当然、次のステップとしての蒸気発生器、温水発生器に利用されるケースがほとんどである。</p> <p>(2) 工場外利用（系外利用）<br/>系外の利用例としては、下水処理場などとの併設における汚泥乾燥などがあるが特に欧州などにその例を見ることができる。この場合、乾燥機用に別に熱源を設けるか、焼却排ガスを利用するかは、相対的位置関係、熱効率、経済性などから決定されねばならない。</p>  |                 |                 |                 |                 |              |              |             |              |              |               |            |              |           |              |              |                 |              |               |       |            |              |         |               |               |               |               |                |                 |        |        |
|---|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|---------------|------------|--------------|-----------|--------------|--------------|-----------------|--------------|---------------|-------|------------|--------------|---------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|-----------------|--------|--------|
| <p>2.<br/>温<br/>水<br/>エ<br/>ネ<br/>ル<br/>ギ</p>       | <p>排ガスエネルギーからの変換は主として小形の熱交換器による場合が多い。また、規模的にも小容量のものがほとんどである。工場内利用としては洗面、浴室給湯、事務所の暖房などがあり、工場外へは住民への給湯などがある。なお、高温水ボイラを設置し、地域暖房給湯などを行うことも考えられる。</p>   |                 |                 |                 |                 |              |              |             |              |              |               |            |              |           |              |              |                 |              |               |       |            |              |         |               |               |               |               |                |                 |        |        |
| <p>3.<br/>蒸<br/>気<br/>エ<br/>ネ<br/>ル<br/>ギ</p>       | <p>最近の大形ごみ焼却炉では殆んどが廃熱ボイラを設置し、蒸気エネルギーとして回収されている。利用面からみると、後述の発電以外は次のようである。</p> <p>(1) 系内利用<br/>下表にその使用例を示す。表からも判るように全蒸発量の25—30%はユーティリティ蒸気として使用されているが、このほかにも、白煙防止用ガス再加熱器、給水加熱器などが実用化されており、さらに欧米では IDF、 FDF、 ボイラ給水ポンプの駆動用補機タービンにも利用されている。</p> <p style="text-align: center;">蒸気エネルギーの使用例 その1（工場内）</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">用 途</th> <th style="text-align: center;">200 t / d × 3 炉</th> <th style="text-align: center;">400 t / d × 3 炉</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>場 内 給 湯 , 冷 暖 房</td> <td style="text-align: center;">2,500 kg / h</td> <td style="text-align: center;">4,500 kg / h</td> </tr> <tr> <td>ス ト — ブ ロ ヲ</td> <td style="text-align: center;">3,000 kg / h</td> <td style="text-align: center;">5,500 kg / h</td> </tr> <tr> <td>重 油 , 薬 液 加 温</td> <td style="text-align: center;">800 kg / h</td> <td style="text-align: center;">1,400 kg / h</td> </tr> <tr> <td>脱 気 器 調 圧</td> <td style="text-align: center;">4,500 kg / h</td> <td style="text-align: center;">6,600 kg / h</td> </tr> <tr> <td>蒸 気 式 空 気 予 熱 器</td> <td style="text-align: center;">5,400 kg / h</td> <td style="text-align: center;">10,500 kg / h</td> </tr> <tr> <td>そ の 他</td> <td style="text-align: center;">500 kg / h</td> <td style="text-align: center;">1,000 kg / h</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">合 計 (A)</td> <td style="text-align: center;">16,700 kg / h</td> <td style="text-align: center;">29,500 kg / h</td> </tr> <tr> <td>蒸 発 量 合 計 (B)</td> <td style="text-align: center;">53,000 kg / h</td> <td style="text-align: center;">106,000 kg / h</td> </tr> <tr> <td>工場内蒸気使用率(A / B)</td> <td style="text-align: center;">31.5 %</td> <td style="text-align: center;">27.8 %</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">LHV = 1,500 kcal / kg として</p> | 用 途             | 200 t / d × 3 炉 | 400 t / d × 3 炉 | 場 内 給 湯 , 冷 暖 房 | 2,500 kg / h | 4,500 kg / h | ス ト — ブ ロ ヲ | 3,000 kg / h | 5,500 kg / h | 重 油 , 薬 液 加 温 | 800 kg / h | 1,400 kg / h | 脱 気 器 調 圧 | 4,500 kg / h | 6,600 kg / h | 蒸 気 式 空 気 予 熱 器 | 5,400 kg / h | 10,500 kg / h | そ の 他 | 500 kg / h | 1,000 kg / h | 合 計 (A) | 16,700 kg / h | 29,500 kg / h | 蒸 発 量 合 計 (B) | 53,000 kg / h | 106,000 kg / h | 工場内蒸気使用率(A / B) | 31.5 % | 27.8 % |
| 用 途   | 200 t / d × 3 炉  | 400 t / d × 3 炉 |                 |                 |                 |              |              |             |              |              |               |            |              |           |              |              |                 |              |               |       |            |              |         |               |               |               |               |                |                 |        |        |
| 場 内 給 湯 , 冷 暖 房                                     | 2,500 kg / h   | 4,500 kg / h    |                 |                 |                 |              |              |             |              |              |               |            |              |           |              |              |                 |              |               |       |            |              |         |               |               |               |               |                |                 |        |        |
| ス ト — ブ ロ ヲ   | 3,000 kg / h   | 5,500 kg / h    |                 |                 |                 |              |              |             |              |              |               |            |              |           |              |              |                 |              |               |       |            |              |         |               |               |               |               |                |                 |        |        |
| 重 油 , 薬 液 加 温                                       | 800 kg / h   | 1,400 kg / h    |                 |                 |                 |              |              |             |              |              |               |            |              |           |              |              |                 |              |               |       |            |              |         |               |               |               |               |                |                 |        |        |
| 脱 気 器 調 圧   | 4,500 kg / h   | 6,600 kg / h    |                 |                 |                 |              |              |             |              |              |               |            |              |           |              |              |                 |              |               |       |            |              |         |               |               |               |               |                |                 |        |        |
| 蒸 気 式 空 気 予 熱 器                                     | 5,400 kg / h   | 10,500 kg / h   |                 |                 |                 |              |              |             |              |              |               |            |              |           |              |              |                 |              |               |       |            |              |         |               |               |               |               |                |                 |        |        |
| そ の 他   | 500 kg / h   | 1,000 kg / h    |                 |                 |                 |              |              |             |              |              |               |            |              |           |              |              |                 |              |               |       |            |              |         |               |               |               |               |                |                 |        |        |
| 合 計 (A)   | 16,700 kg / h  | 29,500 kg / h   |                 |                 |                 |              |              |             |              |              |               |            |              |           |              |              |                 |              |               |       |            |              |         |               |               |               |               |                |                 |        |        |
| 蒸 発 量 合 計 (B)                                       | 53,000 kg / h  | 106,000 kg / h  |                 |                 |                 |              |              |             |              |              |               |            |              |           |              |              |                 |              |               |       |            |              |         |               |               |               |               |                |                 |        |        |
| 工場内蒸気使用率(A / B)                                     | 31.5 %   | 27.8 %          |                 |                 |                 |              |              |             |              |              |               |            |              |           |              |              |                 |              |               |       |            |              |         |               |               |               |               |                |                 |        |        |

(2) 系外利用

下表にその使用例を示す。この他にスノーメルタ、海水淡水化なども考えられ、外国の例では夏期は発電、冬期は地域給湯/暖房などの例もある。

蒸気エネルギーの使用例 その2 (工場外)

| 使用例       | 数量                    | 条件  |
|-----------|-----------------------|---|
| 地域暖房      | 2,320世帯               | 3LDK (70m <sup>2</sup> ), 110 kcal/m <sup>2</sup> h, $\eta = 85\%$ , 室温/外気温 = 20°C / 0°C  |
| 地域冷房      | 1,510 "               | 3LDK (70m <sup>2</sup> ), 160 kcal/m <sup>2</sup> h, $\eta = 80\%$ , 室温/外気温 = 25°C / 32°C |
| 地域給湯      | 33,500 "              | 4人家族, 801 / 人・日, $\eta = 85\%$ , $\Delta T = 40^\circ\text{C}$ (60°C給湯)                   |
| 温水プール     | 17面                   | 50m × 8コース, 建物暖房含み冬期  |
| アイススケート場  | 6~7 "                 | リンク面積 1,500 m <sup>2</sup> , 建物面積 2,000 m <sup>2</sup>                                    |
| 大浴場       | 55箇所                  | 500人程度用   |
| 大温室       | 45,000 m <sup>2</sup> | 室温/外気温 = 15°C / 5°C, $\eta = 70\%$  |
| ロードヒーティング | 107,000 "             | 400 kcal/m <sup>2</sup> h, $\eta = 85\%$  |

600 t/d プラント, LHV = 1,500 kcal/kg として, 余剰蒸気量 40 t/h

蒸気エネルギー (続)

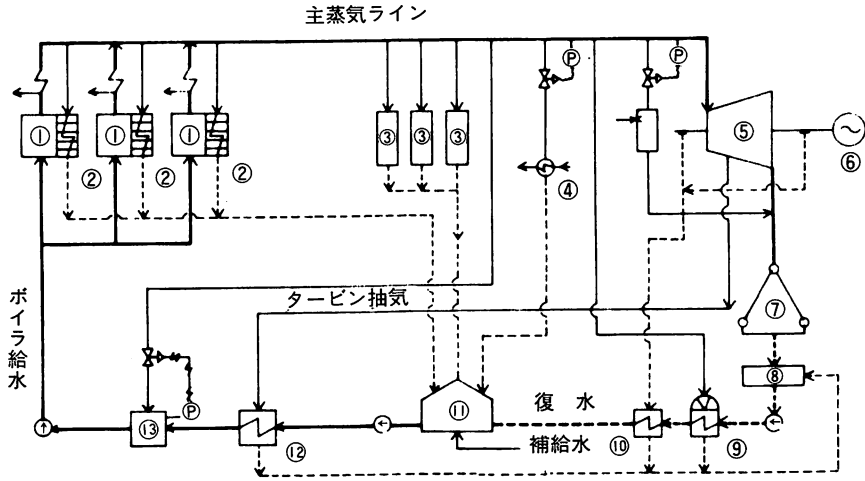
電力エネルギーに変換されてしまえば, その利用についてはもう説明の必要もないが, 工場内における電力使用例を下表に示す。当然この地に売電が考えられる。

焼却量 (t/d) と設備電力 (KW) の例

| 焼却能力       | 100 × 3 炉 = 300t/d | 200t/d × 3 炉 = 600 t/d | 300 t/d × 3 炉 = 900 t/d | 400 t/d × 3 炉 = 1,200 t/d | 500 t/d × 3 炉 = 1,500 t/d | 備考           |           |
|------------|--------------------|------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------|-----------|
|            | 給じん設備              | 115                    | 175                     | 245                       | 320                       |              | 400       |
| 炉本体設備      | 85                 | 100                    | 120                     | 140                       | 160                       | スターカ駆動装置他    |           |
| 灰処理設備      | 105                | 135                    | 170                     | 210                       | 245                       | クレーン他        |           |
| 通風設備       | 700                | 1,390                  | 2,080                   | 2,780                     | 3,460                     | IDF, FDF     |           |
| 集じん設備      | 170                | 320                    | 470                     | 620                       | 770                       | EP           |           |
| ボイラ・タービン設備 | 150                | 280                    | 400                     | 530                       | 635                       | 復水系含む(ポンプ等)  |           |
| 復水設備       | 155                | 285                    | 410                     | 540                       | 665                       | 空冷復水器(高, 低圧) |           |
| 給水設備       | 45                 | 75                     | 110                     | 145                       | 180                       | ポンプ等         |           |
| 廃水処理設備     | 30                 | 55                     | 80                      | 105                       | 125                       | 化学, 生物処理     |           |
| その他補機設備    | 30                 | 40                     | 50                      | 60                        | 70                        | *            |           |
| 建築設備       | 370                | 550                    | 800                     | 1,050                     | 1,250                     | 冷暖房換気, 照明    |           |
| 設備電力合計     | 1,955              | 3,405                  | 4,935                   | 6,500                     | 7,960                     |              |           |
| 平負荷均力      | 1 炉運転              | 630                    | 1,050                   | 1,360                     | 1,630                     | 1,850        | +10%, -8% |
|            | 2 炉運転              | 890                    | 1,520                   | 2,130                     | 2,770                     | 3,200        | +7%, -5%  |
|            | 3 炉運転              | 1,130                  | 1,990                   | 2,880                     | 3,720                     | 4,550        | +4%, -3%  |

4. 電力エネルギー

変動中



①廃熱ボイラ ②空気予熱器 ③空調／給湯用熱交換器 ④高圧復水器  
 ⑤タービン ⑥発電機 ⑦低圧復水器 ⑧復水タンク ⑨エジェクタ  
 ⑩グラウンド復水器 ⑪給水タンク ⑫給水加熱器 ⑬脱気器

図-3 蒸気復水系フロ・ダイアグラム

れる出力である。尚、計画ごみ質の最高値は 2500 kcal / kg であり、焼却能力およびボイラ、復水設備合計能力はこれをベースに 3 炉分の処理能力を有している。また、2500 kcal / kg のごみが常時得られれば、発電出力は 20,000 kw 近いものが得られることを附言しておく。一方、最低ごみ質 (1,100 kcal / kg) でも、外部へ電力を供給出来るだけの設備となっている。

### (2) 蒸気条件

ボイラ出口温度は、熱効率および、タービン出口湿度の関係から出来るだけ高くしたい所であるが、HCl によるボイラ伝熱面の高温腐蝕 (一般には 300 ~ 350 °C 以上) の関係から、若干スーパーヒートさせ、277 °C とした。さらに圧力に関しても、温度との関連、実績上安全な範囲ということで、20kg / cm<sup>2</sup> g を選定した。一方、タービン入口圧力 / 温度はボイラ出口のそれから損失分を差引いたものであるが、背圧に関しては、空冷復水器を採用するため、水冷却方式の場合に比し、設備が大きくなること及び、入口蒸気条件が低いため、復水量が多くなることなどを考慮し、夏季 (32 °C) でも充分満足出来る出力を得るべく、0.24 kg / cm<sup>2</sup> als を採用した。

### (3) 熱サイクル構成

蒸気量の変動、運転操作の簡便性などを考慮し、1 段抽気とし、これで、給水加熱することにした。尚、脱気器の均圧用蒸気は主ラインより直接減圧したもの

を使っている。さらに当然のことながら、エジェクタ用蒸気および、グラウンド蒸気も給水加熱に利用し、全熱効率の上昇を計っている。これらのサイクル構成を図-3 に示す。

### (4) ボイラ

蒸気条件については前述したが、一方、蒸発量を出るだけ安定させると言う目的で、『蒸発量を検出しこれが出来るだけ一定になるようにごみの送りを ON-OFF 制御』する方式を採用した。この結果、従来 ±15 ~ 30% あった蒸発量変動は ±5% 位におさまっているのみならず、炉温、排ガス O<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub> レベルなども従来の焼却ボイラに比し安定したものとなった。これらの関係を図-4 に示す。そのほか、伝熱面へのダスト附着防止を考慮して、水冷壁および管群は構成されており、さらにスートフロアの配置にも留意されている。

### (5) タービン

タービン出口湿度および低真空圧対策の問題が考えられ、前者に対しては前述のように、ボイラ出口での過熱器設置で対応し、後者に対しては、後述のように復水器の真空制御で対処した。一方、ハード面では段間のドレン対策として、構造、材質面に亘り低真空用タービンとし、この設計を行った。

### (6) 復水器

外気温変化、復水量変化に対し、タービン背圧が一

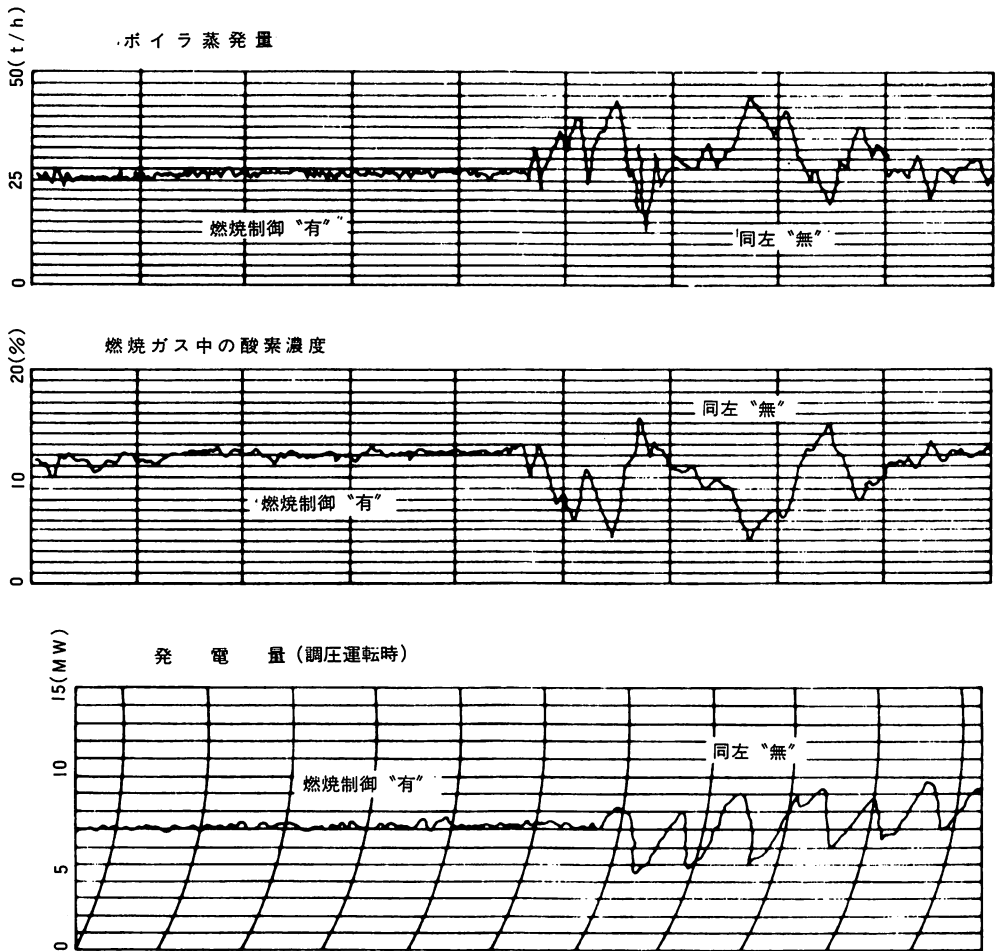


図-4 燃焼制御の効果

定となるべく、運転台数および翼角を電算制御することに成功し、安定した運転の出来るものとした。

#### (7) 運転制御方式

速度および主蒸気圧制御装置を備え、外部電力系と併列運転中蒸気量が少い場合は主蒸気圧制御運転、蒸気量に余裕がある場合には最大一定負荷運転を行い、その移りかわりはなんら手を加えることなく全て、自動的に行われるようにした。当然のことながら速度制御による単独運転も行うことが出来るようになっている。

#### 4 経済性について

次に、都市ごみからのエネルギー回収の場合の経済性を検討する場合の基本的な考え方であるが、あくまでも余熱利用と言う二義的な意味であるので、基本的にごみ燃却に必要なものを差引いておく必要がある。

すなわち、用地買収費、水冷式プラント建設費（ボイラのないプラント）およびこの場合の件費、運転費その他の経費（ごみ収集費および灰処理費を含む）をベースに、ボイラを設置した場合、更にタービン発電設備を設置した場合の差額をもって、原価償却の計算はなされるべきと考える。

#### 5 今後の課題

最後に都市ごみ焼却による蒸気または電力回収をいかに効率よく行うかと言う問題を考えてみたい。前述の実例紹介のように、1200 t/dのごみ焼却炉から、12,000 kWhの電力が得られるが、中都市以上のごみ発生量の合計を全国で50,000 t/dとすれば、得られる電力は、約500,000 kWhとなる。しかし、次のような改良が成功すれば相当大巾なエネルギー回収量の増加が可能なものと予想される。



(1) ボイラでの熱吸収量をあげること：これには炉温などの許すかぎり空気過剰率をさげ、また低温腐蝕の許す限りで排ガス温度を下げる計画を行うことを意味する。

(2) 発電量をあげること：まずボイラの高温腐蝕の許すかぎり高温高圧ボイラを計画すること。一般に日本では16～20kg/cm<sup>2</sup>g, 200～270℃位であるが欧州では40～60kg/cm<sup>2</sup>g, 350～450℃を採用しているケースが多い。また、経済的条件の許すかぎり、低背圧の復水器を計画することなどを意味する。

(3) 蒸気の有効利用を検討すること：燃焼制御などで蒸発量変動を少くし、有効に利用できる蒸気量を増したり、図-3のような熱サイクルの計画の際所内ユーティリティにはタービン換気を利用するなど、蒸気の有効利用を計ることなどを意味する。

一方、利用面から考えると、都市ごみ焼却炉と他の熱を利用する工場との併設が有利と思われる。例えば下水または一尿処理場、あるいは住宅団地への地域冷暖房/給湯設備そのほか表3に示すようなケースが考えられる。例えば下水処理場との併設の場合は電力または蒸気などのエネルギーの供給のみならず、下記のような相互のメリットが出てくる。

- 消化ガスを焼却炉の助燃に利用
  - 汚泥の乾燥に焼却排ガスを利用し、さらに、ごみとの混焼も可能。
  - ごみ焼却プラントの汚水処理装置の割愛
  - 蒸気による消化そうその他の加温
  - 放流水を利用した水冷復水器の採用（騒音防止）
  - 敷地面積の縮少と一元化管理による人件費削減
- また、表2に示すような一般動力プラントなどとの

結合も、今後いろいろなケースが考えられるものと思う。

## 5 あとがき

諸々の環境保全施設の中で、都市および産業廃棄物の焼却処理のみが『熱エネルギーを生み出す』施設であり、その回収は有効に行われるべきと考え、この面での今後の装置の改良/改発を期待するものである。

## 参 考 文 献

最後に、都市ごみ焼却発電を中心とした文献を示す。

- 1) 酒井, 小林, 小杉, 井出, 松田, 「ごみ焼却発電所のシステム技術開発セミナーテキスト」(フジ・テクノシステム・エンジニアリングセミナー)
- 2) 酒井利昌, 「ごみ焼却発電所の現状と諸問題」(動力：日本動力協会会報, 122, 昭. 47-1)
- 3) 佃, 常松, 「じん芥焼却火力発電」(火力発電, Vol. 23, No.11)
- 4) 北見誠一, 「大量ごみ焼却炉における余熱利用(特に発電)の現状と今後の展望」(三菱重工技報, Vol. 10, No.5, 1973-9)
- 5) 杉島和郎, 「ごみ焼却工場と余熱利用」(空気調和/衛生工学：第52巻, 第7号)
- 6) 本多淳裕, 「廃棄物発電実用化への技術的可能性と問題点」(スチールデザイン, 新日本製鉄, No.159)
- 7) 高橋貞雄, 「東京都のごみ発電の現状」(熱管理と公害, Vol. 129, No.10, 1977)
- 8) 日本技術経済センター編, 「廃棄物発電システム・プラントの開発と廃熱利用技術集」
- 9) 三谷善人, 「都市ごみ廃熱利用の集中暖冷房と発電」(公害と対策, Vol. 14, No.10)
- 10) 全国都市清掃会議, 「廃棄物処理施設構造指針解説」
- 11) 環境技術研究会, 「都市ごみ処理ガイドブック(第7章第7節)」
- 12) 科学技術庁資源調査会, 「一般廃棄物・下水汚泥からのエネルギー回収利用に関する調査報告(焼却発電を中心に)」
- 13) 中根堯, 「廃熱利用技術システム」(研究開発の現状と展望)(省エネルギー, Vol.30, No.11, 1978)
- 14) 三谷善人, 「ごみ焼却排熱の地域利用」(省エネルギー, Vol.30, No.11, 1978)
- 15) 省エネルギーセンタ CES 研究会「コミュニティエネルギーシステム調査研究報告書, 第3報」
- 16) 今津佑, 山崎敏, 「ごみ焼却発電における空冷復水器」(公害対策1980年5月号)
- 17) 中西健一, 「空冷復水式ごみ焼却発電設備」(火力原子力発電, 1977年9月号)