



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	スーパーファイア（高効率ごみ発電）システムの開発
Author(s)	西野, 昭男; 在間, 勇二; 大谷, 昌平
Description	第3回衛生工学シンポジウム（平成7年11月9日（木）-10日（金） 北海道大学学術交流会館） . 1 水処理、廃棄物処理 . P1-15
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 3, 73-76
Issue Date	1995-11-01
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/7886
Type	departmental bulletin paper
File Information	3-1-15_p73-76.pdf



1-15

スーパーファイア（高効率ごみ発電）システムの開発

株式会社 クボタ 西野昭男
○在間勇二
大谷昌平

1. はじめに

環境問題の高まりと未使用のエネルギー資源である都市ごみ焼却による廃熱の有効利用を促進するため「ごみ発電」が注目を集めている。これを受け、1996年からの第8次廃棄物処理施設整備計画(5年間)での重点項目に、ごみ発電の実施率向上(55%へ)が挙げられている。

現状のごみ発電は、ごみ焼却排ガスに含まれる腐食性ガスによるボイラチューブの高温腐食のため蒸気温度が300°C以上に上げることができず、発電効率は10~15%と低効率となっている。現在、ごみ発電の高効率化に向け様々なグループによる検討がなされているが、その中に「別燃料を蒸気用いてごみエネルギーを有効利用するごみ発電システム(スーパーごみ発電)」がある。当社では、別燃料を蒸気過熱に使用する燃料追焚き方式ごみ発電(スーパーファイア)システムを開発している(通産省開発補助事業)。これまでに、社内の試験装置にて実用化のための評価試験を終了し、現在実証試験中である。本文では試験装置と実証プラントで行った試験結果について報告する。

2. 燃料追焚き方式ごみ発電(スーパーファイア)システムの特長

この方式は、焼却炉ボイラの蒸気を燃料追焚きの独立過熱器で高温にし蒸気タービンで発電するものである。

図1に概念図を示す。特長は、

1) 高効率発電

高温高圧蒸気によりシステムの発電効率が向上する。

2) 安定発電

焼却炉ボイラからの蒸気量が減少した場合、蒸気を追加発生させることにより蒸気変動を抑え、安定発電を行う。

3) クリーン燃焼

独立過熱器の高温かつ低酸素濃度の排ガスを焼却炉に二次燃焼攪拌ガスとして吹き込み、NOxの低減を図る。

以下に1)、2)の特長について試験装置と実証プラントでこれまでに確認した結果を示す。

追焚き方式と従来方式のごみ焼却炉の規模別に試算すると図-2のようになる。表1に蒸気条件を示す。また、発電効率の評価指標として以下の式で定義されるごみ正味発電効率を用いた。

蒸気追い焚き方式発電システム

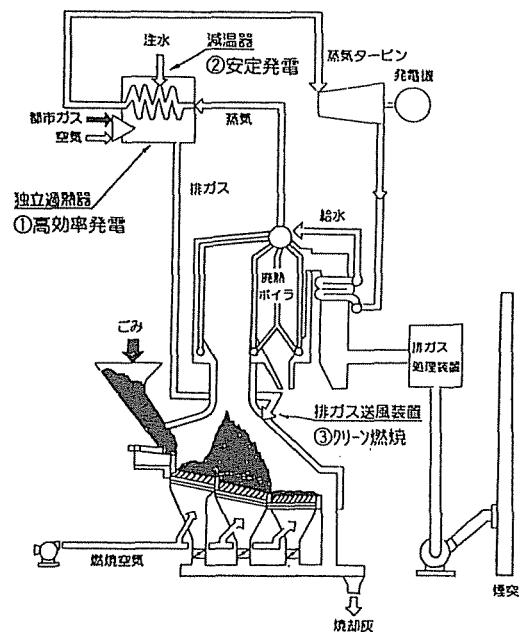


図1. システム概略図

(総発電量—追加燃料単独発電) x 860

$$\text{ごみ正味発電効率(\%)} = \frac{\text{ごみ入熱量}}{\text{総発電量—追加燃料単独発電}} \times 100$$

図より追焚き方式は、蒸気条件が 60 ata、500°C とできるため、従来システムよりごみエネルギーを有効に利用できる。

表 1. 蒸気条件

	従来システム	高温高圧化システム	追い焚きシステム 実証プラント	追い焚きシステム 実プラント
蒸気圧力(ata)				
ボイラー出口	3.0	4.0	1.4	6.0
タービン入口	2.7	3.7	8.5	5.5
蒸気温度(°C)				
ボイラー出口	300	400	194(飽和)	300
過熱器出口	—	—	500	500
タービン入口	297	397	347	497

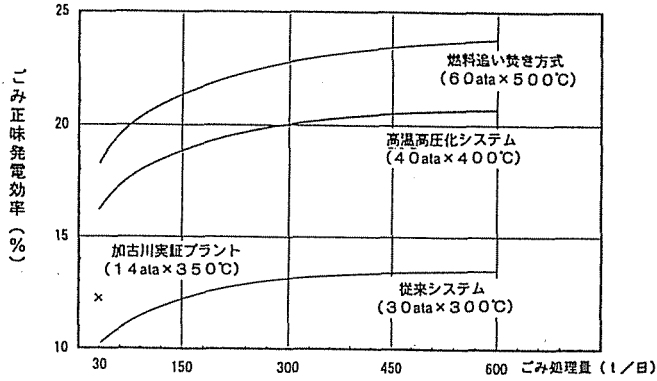


図 2. ごみ正味発電効率比較

3. 実証プラントの概要

この方式の実証を蒸気温度 500°C と蒸気圧力 60 ataに分けて行う。

1) 蒸気温度 500°C で熱効率 90% 以上の独立過熱器

$$\text{過熱器熱効率(\%)} = \frac{\text{蒸気に与えられた熱量}}{\text{別燃料入熱量}} \times 100$$

独立過熱器の熱効率向上には、図-3に示すように燃焼ガスを焼却炉内に再循環させ、低空気比燃焼を行い、かつ、空気予熱器設置による廃熱回収で、排ガス熱損を低減させる構造とした。

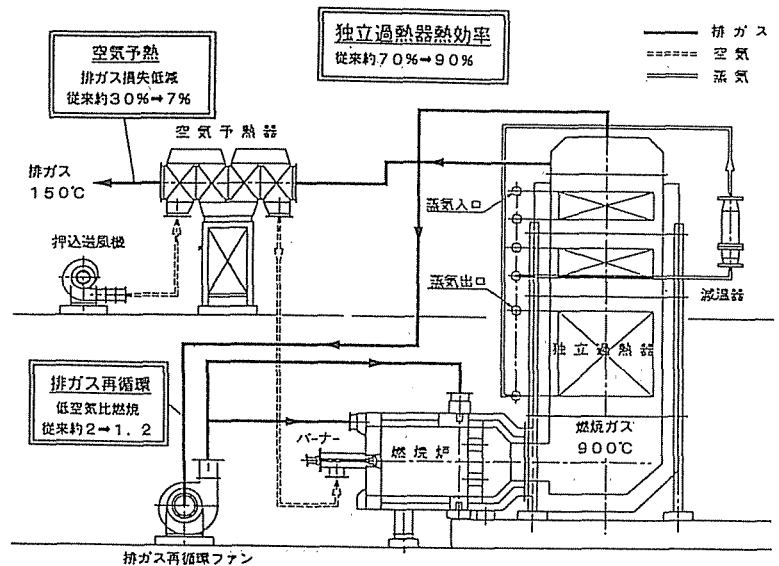


図 3. 独立過熱器の構造

2) 蒸気圧力 60 ata の高圧ごみボイラ

ボイラチューブの高温腐食が起こる管壁温度 320°C に対し、60 ata の飽和蒸気温度は 275°C と低い。よって、低圧ボイラと同じ材料 (STB35相当) で使用可能であることを確認するために、水管の代わりに空気で管壁温度制御をする腐食試験装置を実炉に設置し、評価試験を行う。

図 4 に実証プラント全体フロー図、表 2 に主要設備仕様を示す。

表 2. 主要設備仕様

(1) 焼却炉	全連続焼却炉 120 t/24h x 3 炉
(2) 廃熱ボイラ	自然循環式 蒸気量 8.4 t/h x 3 炉 蒸気圧力 14 ata
(3) 独立過熱器	灯油燃焼式 蒸気量 5.05 t/h 蒸気温度 500 °C
(4) タービン発電機	出力 590 kw

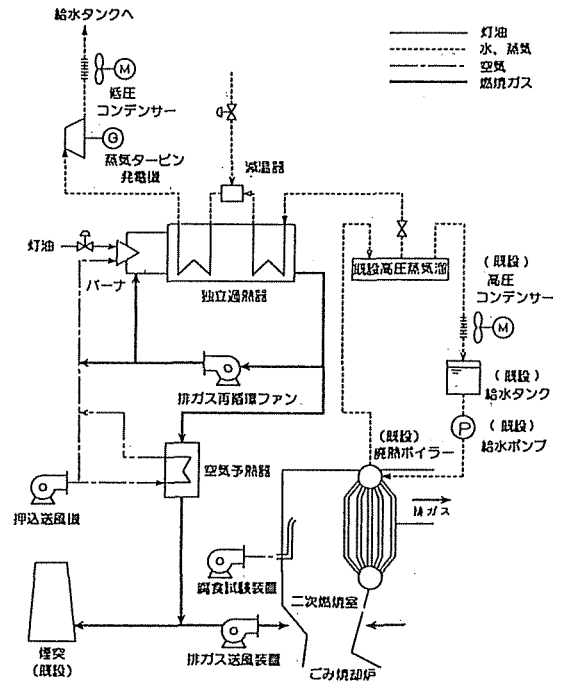


図 4. 実証プラント全体フロー図

4. 高効率発電の効果

図 5 に実証プラントで得られた過熱器熱効率の 24 時間経過データと平均値を示す。実証プラントの過熱器熱効率は平均値で 約 87% を達成した。これは排ガス再循環と空気予熱器により排ガス損失を 7% に低減できたことによる。これを実プラントに換算すると、実プラントでは蒸気量に対する過熱器表面積の割合が小さくなるため、放熱損失が低下し過熱器熱効率は 90% 以上となる。(図 6)

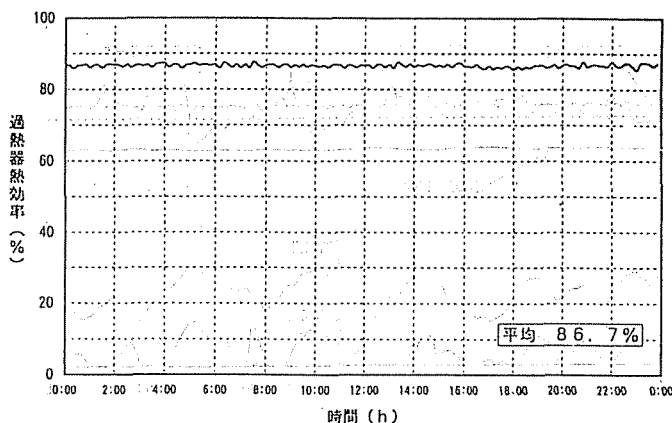


図 5. 実証プラント過熱器熱効率

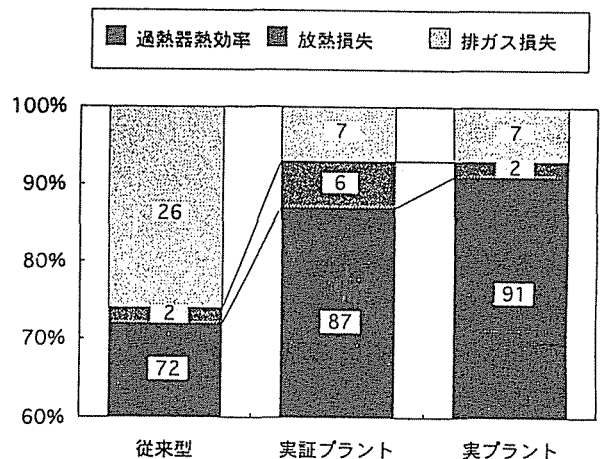


図 6. 過熱器熱効率の推定

5. 安定発電の評価

安定発電のためには、タービン流入蒸気の流量と温度の安定化が必要である。蒸気流量の変動時に過熱器中段に設置した減温器により蒸気管内に注水し、蒸気を追加発生させる。また、注水による温度低下を抑制するため、過熱器バーナの燃焼量を増加する。

図7に制御ブロック図を示す。制御手法は、フィードフォワード (FF) とフィードバック (FB) 制御を組み合わせ蒸気の流量と温度を各々独立制御する。プロセスが定常状態ではFB制御を主とし、過熱器入口の蒸気量が大きく変動した場合、FF制御を主とする。

図8に安定発電 (蒸気) の試験装置概略図を示す。実プラントにおける模擬蒸気変動をパソコン入力し、過熱器入力調整バルブにより疑似的に再現し、変動抑制を試みた。

図9に結果を示す。図より、この制御アルゴリズムにより流量変動を目標の5%以内、かつ、温度制御を $500 \pm 5^\circ\text{C}$ 以内に制御できた。

6. おわりに

今後、実証プラントで腐食テストおよび上記制御アルゴリズムによる実変動制御試験、さらに、過熱器の燃焼ガスを炉内に吹き込んで NO_x 低減化を図る試験を行う予定である。

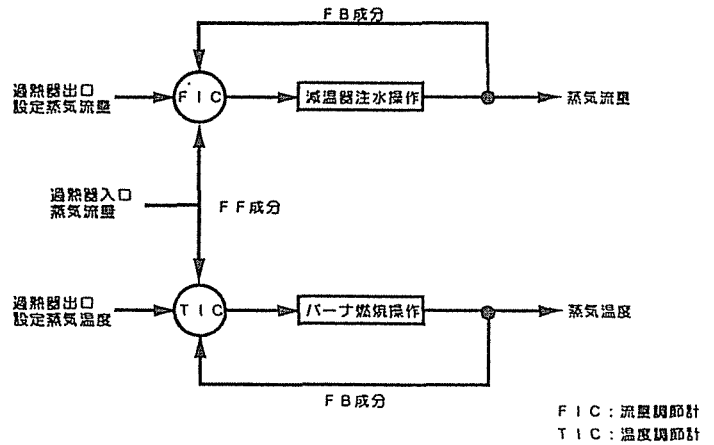


図7. 制御ブロック図

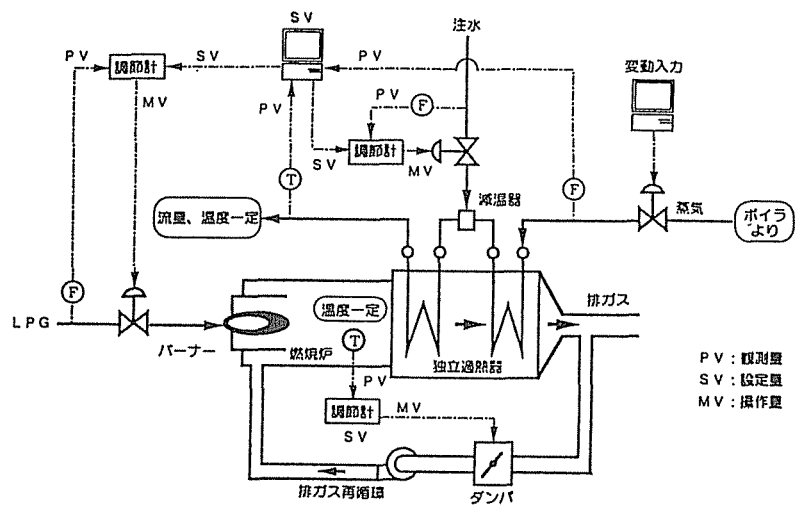


図8. 試験装置概略図

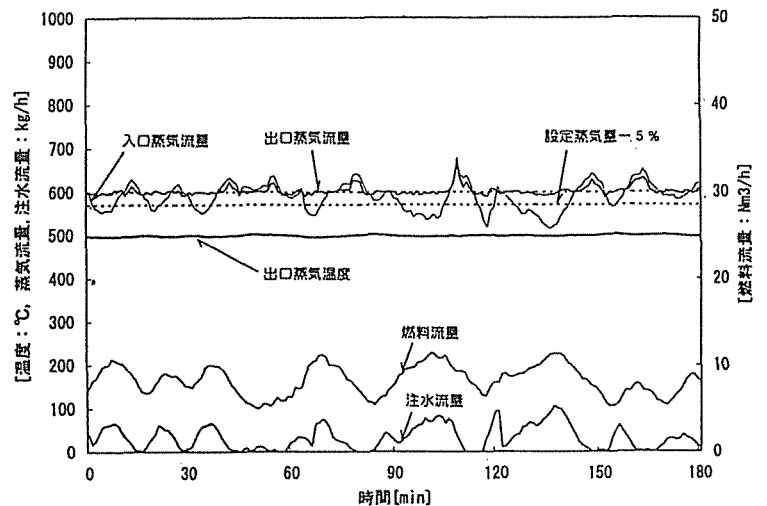


図9. 制御試験結果