

ごみ焼却発電による地球温暖化対策への貢献

Contribution of Waste to Energy Technology to Global Warming

田熊昌夫*1
Masao Takuma

貝原裕二*2
Yuuji Kaihara

山田明弘*3
Akihiro Yamada



地球温暖化対策推進大綱の追加新エネルギー対策に基づき、国内では2010年度までに廃棄物発電を417万kW導入する目標であるが、本報告ではこれに対応した当社の廃棄物発電技術について述べる。特に、ごみ焼却発電用ボイラの高圧高圧化により発電効率を向上させる取組と実績や、次世代ストーカ炉酸素リッチ燃焼システムによる熱回収率向上、亜酸化窒素発生抑制、プラズマ灰溶融炉の消費電力低減等について概説し、当社廃棄物発電技術の地球温暖化対策への貢献についてまとめる。

1. はじめに

1994年3月に発効した“気候変動に関する国際連合枠組条約”に基づいて、1997年12月に二酸化炭素等の温室効果ガス削減に関する法的拘束力のある約束等を定めた“京都議定書”が採択された。この議定書では、先進国の温室効果ガス排出量の具体的削減数値目標が決められており、この目標達成に向けて温室効果ガス総排出量削減のための取組が推進されている⁽¹⁾。

図1に我が国における二酸化炭素部門別排出量の変化を1990年と2001年に関して示す。廃棄物部門は他の部門と比べて排出量自体は少ないが、プラスチック等の焼却量増加に伴い、1990年比で40%以上増加している。廃棄物部門の二酸化炭素排出量を削減するた

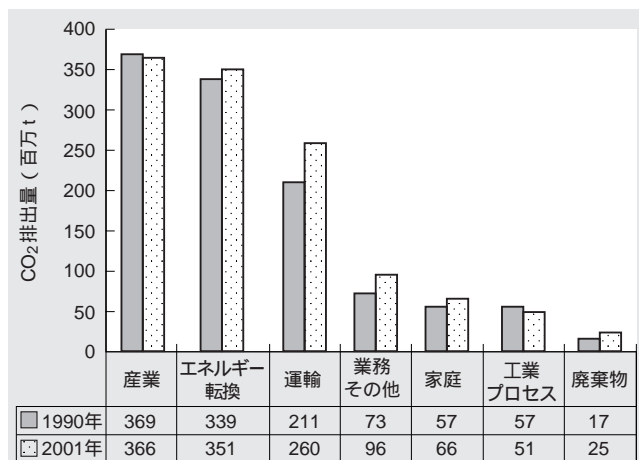


図1 二酸化炭素の部門別排出量変化 廃棄物部門の二酸化炭素排出量は量的には少ないものの増加傾向。

めには、廃棄物発生量そのものの抑制、リサイクルの推進により焼却量削減を図ることが本質的で重要であるが、省エネルギー・省資源といった活動を通じて効率化を進めても廃棄物そのものを無くすことはできず、廃棄物を有用な燃料とみなして有効にエネルギー回収することが大切である。そこで、2002年3月に地球温暖化推進本部が決定した“地球温暖化対策推進大綱”では、追加新エネルギー対策として2010年までに417万kWの廃棄物発電を導入することを目標の一つにしている。

本報告では、こうした廃棄物発電を取り巻く動向に対して地球温暖化対策へ貢献する当社の対応技術について述べる。

2. 廃棄物発電の高効率化

廃棄物発電導入に対しては、廃棄物発電施設の増加と廃棄物発電効率の向上が必要であり、当社は廃棄物発電設備の建設はもとより、発電効率向上に積極的に取り組んでいる。図2にごみ焼却発電用ボイラの蒸気温度の推移を示す⁽²⁾。我が国では、1990年代初頭まで3MPa、570K級(30kg/cm²、300級)のボイラが主流であったが、現在は4MPa、670K級(40kg/cm²、400級)へと発展し、さらに高温高圧化傾向である。

ごみ焼却ボイラの蒸気条件が低く抑えられてきたのは、ごみ中に含まれる塩素等により燃焼排ガス中に塩化水素等の酸性ガスが発生し、これによってボイラ管、特に過熱器管が腐食されるためである。このため、ご

*1 技術本部横浜研究所環境装置研究推進室主席 工博

*2 横浜製作所環境ソリューション技術部主幹

*3 横浜製作所環境ソリューション技術部環境システム計画課長

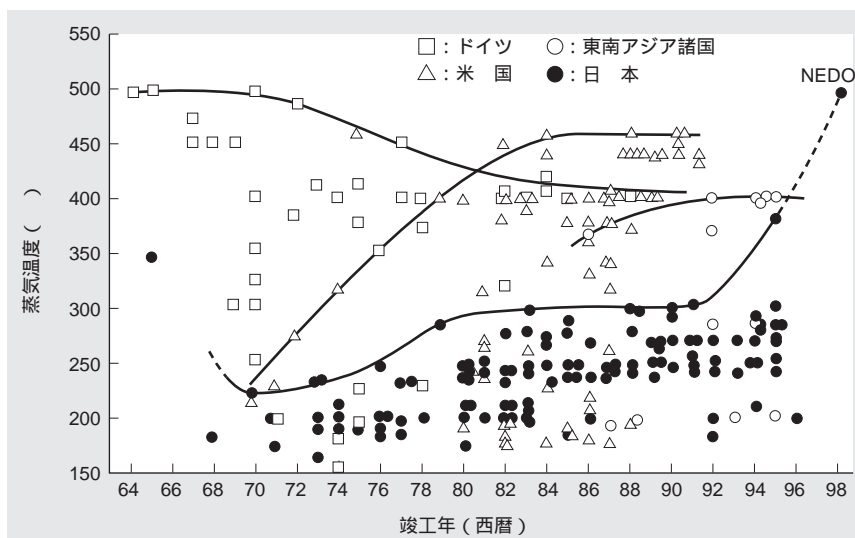


図2 ごみ焼却発電用ボイラ蒸気温度の推移 最近では4 MPa, 670 K級ボイラが主流であり, 高温高压化の傾向.

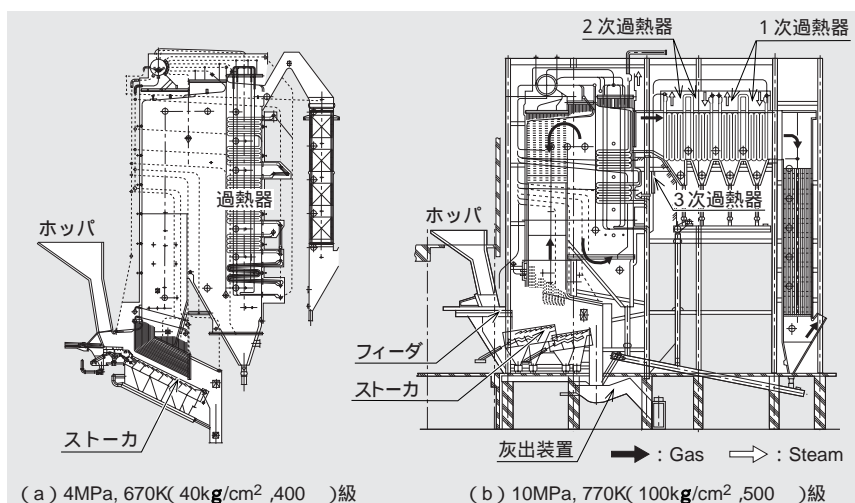


図3 高温高压ボイラ構造図 現在主流の4 MPa, 670 K級と世界初の10 MPa, 770 K級のボイラ構造.

み焼却の発電効率は長い間, 十数%程度に留まっていたが, ボイラ過熱器用耐食鋼管の開発が積極的に進められ, 現在は20%を超える程度にまで進展してきている.

当社では1986年の輸出案件に対していち早く4 MPa, 670 K級ボイラを実用化し, 現在は6.5 MPa, 723 Kの蒸気条件を有するごみ焼却炉を中国に建設中で, 4 MPa, 670 K級以上のごみ焼却発電ボイラに関しては国内トップレベルの多数の実績を誇っている.

また, 1991年からは新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の“高効率廃棄物発電技術開発”プロジェクトの中で, 高効率ストーカ炉と耐食性スーパーヒータ等の要素技術開発を当社が担当し, 世界初の10 MPa, 770 K級(100 kg/cm², 500 級)の高温高压ボイラを備えたプラントを1998年に建設し, 順調に稼動している.

図3に現在主流の4 MPa, 670 K級ボイラと世界最高水準の10 MPa, 770 K級ボイラの構造を示す. 4 MPa, 670 K級ボイラは上昇流の第1パスと下降流の第2パスで燃焼ガスの滞留時間を十分確保できるように放射伝熱面で構成されており, 第3パスに過熱器が設置されている. 10 MPa, 770 K級ボイラでは, 3次過熱器を第3パスに設置しており, この付近の燃焼ガス温度は650 程度以下としている. 各過熱器材質に関しては, 1次は炭素鋼, 2次はステンレス鋼, 3次は高合金鋼を用いている.

タイトル写真は当社がシンガポールに建設した世界最大のごみ焼却発電設備で, 720 t/d × 6 炉から構成され, 日量4 320 tのごみが処理でき, 蒸気条件3.7 MPa, 643 Kのボイラが設置され, 定格出力132 600 kWの発電が2000年より行われており, 現在も順調に稼動している.

3. 次世代ストーカ炉の地球温暖化対策への貢献

当社はすでに、次世代ストーカ炉“酸素リッチ燃焼システム”を開発し、実機展開を図っている⁽³⁾。酸素リッチ燃焼システムは、図4に示すように、次のような特徴を持っている。

- (1) 1次燃焼空気を酸素富化して火格子上的ごみ層燃焼を活発化させた高温燃焼により、炉内燃焼ガス中の未燃分低減(CO, ダイオキシン類等)と焼却灰性状が向上する。
- (2) 2次燃焼空気に排ガスを再循環することにより、炉内における燃焼ガスの混合を向上し完全燃焼を促進するとともに、NO_xの増加を抑制する。
- (3) 排ガスを大幅に低減でき、ボイラ部及び排ガス処理システムのコンパクト化が可能である。
- (4) 高温燃焼と排ガス量の低減によりボイラ熱回収率が向上し、地球温暖化対策に貢献する。

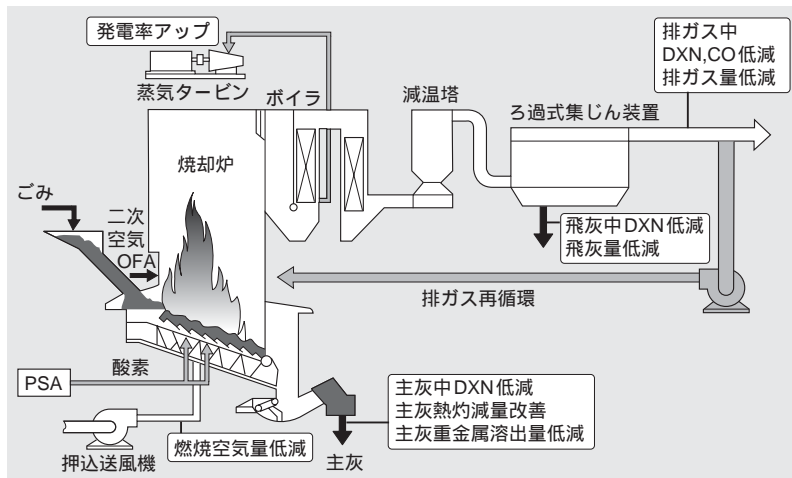


図4 次世代ストーカ炉“酸素リッチ燃焼システム”フロー 酸素富化による低空気比高温燃焼で環境負荷の低い次世代ストーカ炉の設備フロー。

(5) 長年にわたるストーカ炉燃焼技術に基づいた高い信頼性と長期運転安定性を維持している。

これまで日本国内(146 t/d炉, 300 t/d炉)と欧州ドイツ(264 t/d炉)において実炉を用いた実証試験を実施し、図5に示すように上記事項を確認するとともに、二酸化炭素やメタンよりも温室効果の高い亜酸化窒素(N₂O)も通常に比べて大幅に低減しており、地球温暖化対策への貢献が確認できている。

平成16年には欧州オーストリア(アーノルドシュタイン: 256 t/d × 1炉)と日本国内(仙台松森: 200 t/d × 3炉)で酸素リッチ燃焼システム初号機が稼働し始める予定である。

そして現在、酸素リッチ燃焼システムの特徴をさらにいかすべく、図6に示すように、灰溶融炉レスでさらなる主灰性状の改善を図る主灰再循環システムを開発中である。通常のごみ焼却炉から排出される主灰を分級し、小粒径主灰と大粒径主灰に分けた場合、ダイ

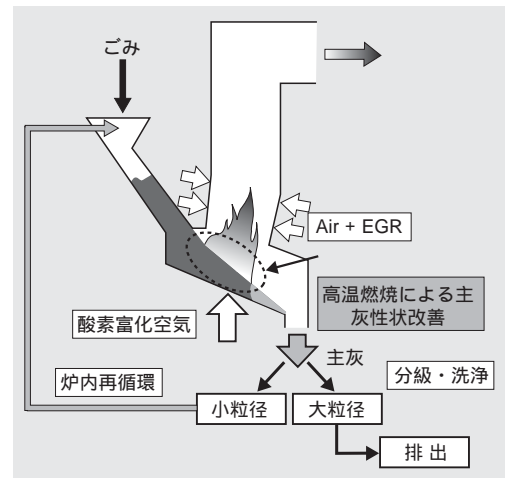


図6 主灰再循環システムフロー 性状の劣る小粒径主灰を炉内の高温雰囲気中で処理して性状改善を図る。

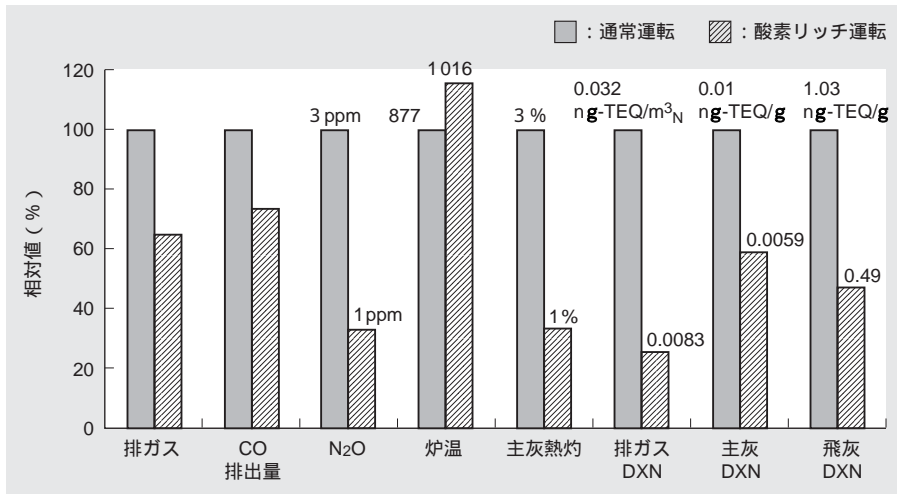


図5 酸素リッチ燃焼システム実証試験結果の一例 実証試験の結果、高温燃焼、低環境負荷を確認。

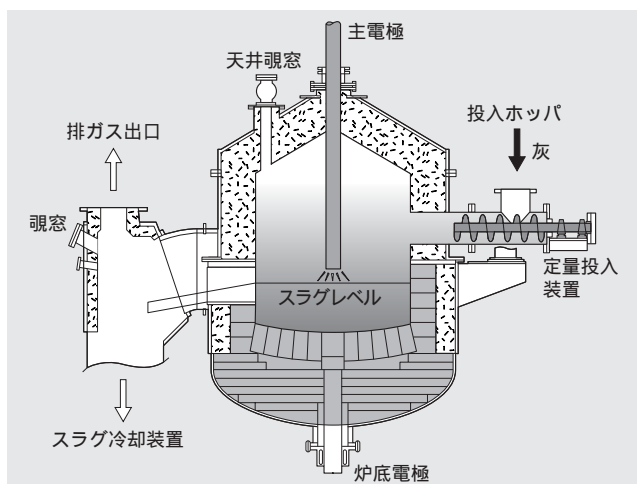


図7 プラズマ灰溶融炉 灰をプラズマにより溶融する炉の断面。

オキシソル類や重金属類は小粒径主灰の方に集中し、大粒径灰はその性状が優れていることが知られている。主灰再循環システムではこの特性を応用し、性状の劣る小粒径主灰を炉内に再循環して酸素リッチ燃焼の高温雰囲気中で熱処理することにより、灰溶融炉を用いなくてもさらなる主灰の性状改善が可能なシステムとしている。このシステムについては、処理量7.2 t/dの小型ストーカ炉試験設備を建設して燃焼試験を実施し、主灰性状改善効果を確認している⁽⁴⁾。

4. プラズマ灰溶融炉の消費電力低減

これまで述べてきたようなごみ焼却発電によるごみの保有熱量のサーマルリサイクル利用と併せて、現在、焼却灰を溶融固化して、更なる減容化を図り無害化し、溶融スラグの路盤材等へのリサイクルを促進する方法としてプラズマ灰溶融炉が広く用いられている。プラズマ溶融炉は図7に構造を示すように、主電極（黒鉛）と炉底電極との間に高温のプラズマを発生させて灰の溶融を行うものであるが、ごみ焼却炉で発電した電力を利用する。したがって、その消費電力を低減することにより、地球温暖化対策へ貢献することが重要である。

当社ではこれまで、プラズマ灰溶融炉の効果的な炉体冷却方法、出滓樋の工夫、耐火材の開発等によって、いち早く3ヶ月連続運転を達成してきた。また、最近では100 t/d × 4炉の世界最大規模のプラズマ灰溶融炉を設計建設中で、合計10プラントの実績となっている。

最近に見られるプラズマ灰溶融炉の大容量化に伴い、図8に示すように、冷却や放熱損失の割合が減少して消費電力が低減でき、地球温暖化対策へ寄与するものと考えられる。

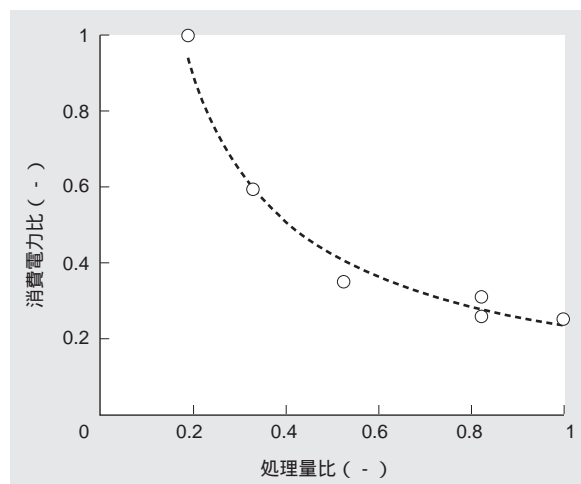


図8 処理量と消費電力の関係 灰処理量の増加に伴い、消費電力の減少が認められる。

5. ま と め

本報告では、地球温暖化対策推進大綱の追加新エネルギー対策に基づき、国内で2010年度までに417万kWの導入が目標とされている廃棄物発電に対する当社の取組について述べた。特に、ごみ焼却発電用ボイラの高温高压化により発電効率を向上させる取組と実績や、次世代ストーカ炉・酸素リッチ燃焼システムによる熱回収率向上、亜酸化窒素発生抑制、プラズマ灰溶融炉の消費電力低減等についてまとめた。

今後さらに廃棄物発電技術を発展させるとともに、当社技術が地球温暖化対策に大きく貢献できることを期待している。

参 考 文 献

- (1) 林，地球温暖化対策の最近の動向について，都市清掃 Vol.57 No.258 (2004) p.6
- (2) 折田ほか，高効率廃棄物発電プラントの開発，三菱重工技報 Vol.36 No.3 (1999) p.114
- (3) 吉良ほか，酸素リッチ燃焼による次世代ストーカ式ごみ焼却炉の開発，三菱重工技報 Vol.38 No.1 (2001) p.8
- (4) 馬渡ほか，次世代ストーカ炉“酸素リッチ燃焼システム”の開発，日本機械学会第13回環境工学総合シンポジウム2003講演論文集(2004) p.193
- (5) 西川ほか，ごみ焼却灰溶融プラズマアーク炉の開発，三菱重工技報 Vol.29 No.4 (1992) p.346



田熊昌夫



貝原裕二



山田明弘