

酸素リッチストーカ炉初号機の運転状況

Operational Experiences of the First Commercial Oxygen-enriched Stoker Incinerator



土井 亨*1
Tooru Doi

山田明弘*2
Akihiro Yamada

滑澤幸司*3
Koji Namerisawa

田熊昌夫*4
Masao Takuma

高津戸康弘*5
Yasuhiro Takatsudo

馬渡匡之*6
Masayuki Mawatari

環境負荷の低いごみ焼却プラントが求められている中、弊社は酸素リッチストーカ炉を開発してきた。2000年に仙台市より受注したごみ焼却プラントに本システムを適用し建設工事を経て、2004年10月より初号機の試運転及び性能計測等を行ってきた。そこで酸素リッチストーカ炉の排ガス量低減、発電量増大、排ガス性状及び焼却灰性状改善などの低環境負荷性能について確認したので報告する。

1. はじめに

ごみ焼却プラントは廃掃法、大気汚染防止法等に対応して、環境負荷低減が最も重要なテーマの一つになっている。既設ごみ焼却炉の約八割をストーカ炉が占める状況下、メーカ各社は更なる環境負荷低減を主要コンセプトに独自の次世代型ストーカ炉を提唱している。弊社は、次世代型ストーカ炉として酸素リッチストーカ炉を提案してきた⁽¹⁾。

酸素リッチストーカ炉は図1に示すように、一次燃

焼空気（以下UGA）への酸素富化と排ガス再循環（以下EGR）を併用したシステムであり、1998年から開発を進めてきている。本システムのコンセプトは、低空気比・高温燃焼による環境負荷低減である。そのためにUGAへ酸素富化することでごみ層部での燃焼を活発にし、完全燃焼を達成する。さらに、低空気比燃焼により低下する排ガス運動量を補うためにEGRを導入する。またこのEGRは過度な炉内温度上昇を抑制する働きも併せ持つ。その結果として以下の項目を達成するシステムである。

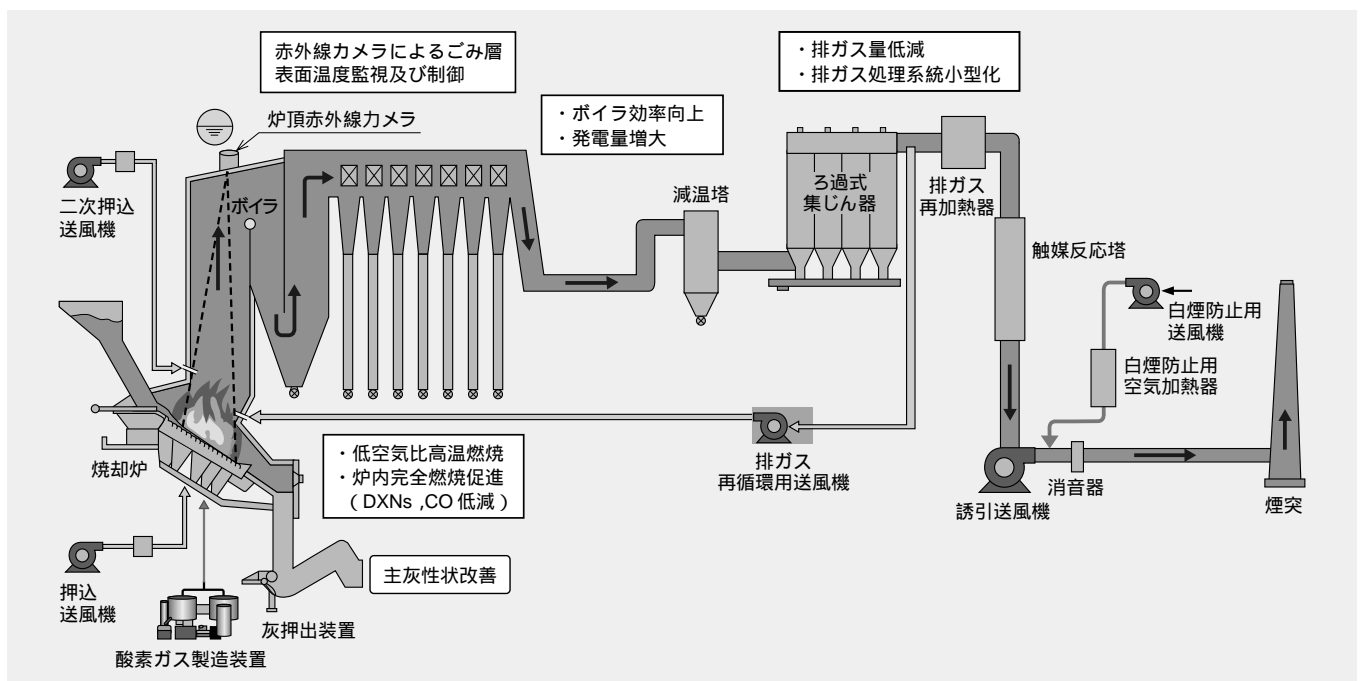


図1 酸素リッチストーカ炉 一次燃焼空気への酸素富化と二次燃焼領域への排ガス再循環を特徴とする。

*1 横浜製作所環境ソリューション技術部長

*2 横浜製作所環境ソリューション技術部次長

*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

*4 技術本部横浜研究所環境装置研究室主席 工博

*5 技術本部横浜研究所環境装置研究室主席

*6 技術本部横浜研究所熱・化学研究室

- (1) 排ガス量の低減
- (2) ダイオキシン類, NO_x, CO等排ガス性状改善
- (3) 発電量の増加と薬品使用量の低減
- (4) 灰性状の改善

本報告では、今般本格稼動した酸素リッチストーカ炉初号機の運転状況を紹介します。

2. 酸素リッチストーカ炉初号機概要

弊社は2000年に仙台市から受注したごみ焼却プラントに酸素リッチ燃焼システムを国内初号機として適用し、2004年10月から試運転を開始、2005年8月に竣工に至った。本プラントは、各種提案されている次世代型ストーカ炉の中で最初の実運用プラントとなる。ここで酸素リッチ燃焼システム初号機の諸元を表1に示す。なお本プラントは、従来燃焼と酸素リッチ燃焼の両方が運転可能な設計となっている点に特徴があり、したがって酸素リッチ燃焼専用の場合の設備容量低減等の効果は採用されていない。

3. 試運転結果

ここでは2004年10月から2005年7月までの試運転時計測結果について述べる。

3.1 排ガス量低減

排ガス量低減効果の評価を各部位の流量計測結果に基づき実施した。表2の通り、従来燃焼条件に比較して酸素リッチ燃焼条件では、ボイラ出口で約14.5%、触媒反応塔出口にて約31.5%の排ガス量低減を確認した。なお、ボイラ出口酸素濃度(バグフィルタ出口酸素濃度計測結果から薬品吹込み空気、減温塔噴霧水用空気を考慮して換算)は、酸素リッチ燃焼条件では約6.9 vol%-dry、従来燃焼条件では約9.3 vol%-dryであった。

3.2 排ガス性状改善

酸素リッチ運転ではCO濃度が約半減、バグフィルタ出口NO_x濃度が約14%低減可能であることが確認

表1 酸素リッチストーカ炉初号機機器仕様

プラント名称	仙台市松森工場
ごみ処理能力	200 t / 24 h × 3 炉
炉形式	全連続燃焼式ストーカ炉
ストーカ形式	マルチン式逆送ストーカ、13 段
燃焼ガス冷却方式	廃熱ボイラ式
ボイラ蒸気条件	400 , 4 MPag
排ガス処理設備	消石灰・活性炭吹込み装置 ろ過式集じん器(バグフィルタ) 触媒反応装置
焼却灰、飛灰処理	熔融処理(80 t / 24 h × 2 炉)
熔融飛灰処理	薬剤処理, 加熱脱塩素処理

された。また、酸素リッチ燃焼では従来燃焼に比較して、ボイラ出口でダイオキシン類濃度が約1/3に低減し、酸素リッチ燃焼による更なる低環境負荷性能を確認した(図2)。

なお本プラントにおける煙突ダイオキシン類濃度の性能保証値は0.01ng-TEQ/m³N以下であるが、これを十分に満足する結果であった。

3.3 発電量増加

酸素リッチ燃焼条件において、ボイラ通過ガス量低減による熱回収効率の向上により、蒸気流量が約2.6%増加し、さらに空気予熱器及び排ガス再加熱器

表2 試運転結果一覧

項目	単位	酸素リッチ燃焼	従来燃焼
ごみ焼却量	(t/h/炉)	8.33	8.33
低位発熱量	(kJ/kg-waste)	9 800	9 800
一次空気流量	(km ³ N/h/炉)	16.33	24.08
富化酸素流量	(km ³ N/h/炉)	1.70	-
二次空気流量	(km ³ N/h/炉)	3.23	10.23
排ガス再循環流量	(km ³ N/h/炉)	9.71	-
ボイラ出口ガス量	(km ³ N/h/炉)	44.57	52.16
触媒反応塔出口ガス量	(km ³ N/h/炉)	37.55	54.84
一次燃焼空気酸素濃度	(vol %)	27.5	21.0
炉出口温度	()	1 001	945
ボイラ出口O ₂ 濃度	(vol % dry)	6.9	9.3
煙突NO _x 濃度	(ppm@O ₂ =12 %)	28	38
煙突CO濃度	(ppm@O ₂ =12 %)	6.6	12.6

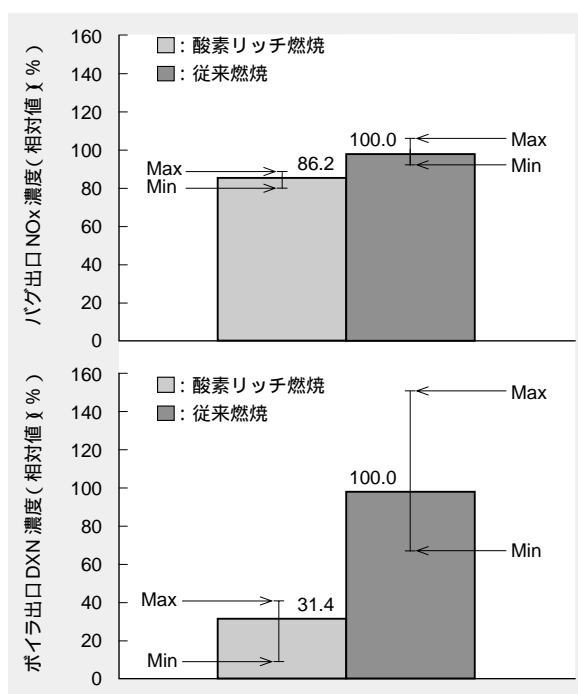


図2 バグ出口NO_x濃度及びボイラ出口ダイオキシン類濃度 酸素リッチ燃焼によりバグ出口でNO_xは約14%低減、ボイラ出口ダイオキシン類は約1/3に低減。

にて使用される蒸気が低減された結果、発電利用蒸気流量が約9.7%増加することが確認された（表3）。

3.4 薬品量低減

排ガス処理設備において使用する薬品について、脱硝に使用するアンモニア水は、酸素リッチ燃焼によるNO_x濃度の低下と排ガス量の減少により、約24%使用量を低減できた。

また活性炭及び反応助剤については、バグフィルタ通過ガス量に比例して使用量を低減（14%）させた場合においても、十分な排ガス処理性能を発揮できる

表3 蒸気収支

項目	酸素リッチ燃焼	従来燃焼
ボイラ蒸気流量 (t/h/炉)	28.06	27.36
一次空気予熱器蒸気流量 (t/h/炉)	1.24	1.94
二次空気予熱器蒸気流量 (t/h/炉)	0.24	0.71
排ガス再加熱器蒸気流量 (t/h/炉)	1.86	2.17
発電利用蒸気流量 (t/h/炉)	24.73	22.55

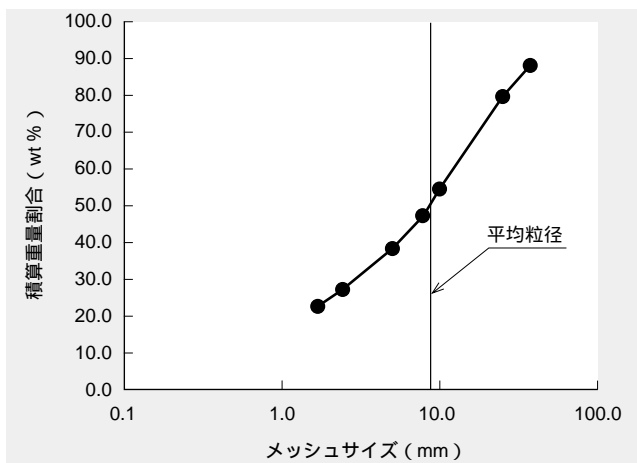


図3 酸素リッチ燃焼での焼却灰粒度分布 通常の焼却灰よりも大きく、平均粒径は約8～9mm。従来燃焼焼却灰は約7割が5mm未満。

ことを確認した。

3.5 焼却灰性状改善

酸素リッチ燃焼では、酸素富化空気によるごみ層燃焼の活発化及び温度上昇に伴い焼却灰粒度が大きくなり、平均粒径は8～9mm前後となる（図3）。そこで酸素リッチ燃焼により得られる焼却灰について、従来燃焼焼却灰と同等粒径の8mm以下（酸素リッチ小粒径）と8mm以上の焼却灰（酸素リッチ大粒径）に分け、ごみ焼却灰で特に問題となることが多い鉛の溶出試験（環告46号法）と含有量分析を実施した（図4）。なお表記しないが、その他重金属類及び熱灼減量は十分な無害性を確認している。

その結果、酸素リッチ大粒径焼却灰は鉛が溶出しにくくなっていることが分かった。さらに2種類の鉛含有量分析結果から、酸素リッチ大粒径焼却灰は従来燃焼焼却灰に比べ、鉛の化合物形態が異なっていること

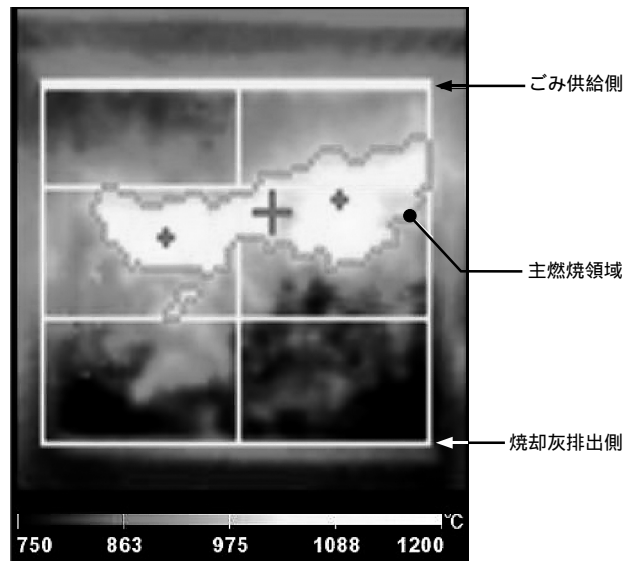


図5 赤外線カメラによるごみ層・灰層温度分布例 酸素リッチ燃焼時では主燃焼領域温度が1000℃を超え、高温燃焼を実現している。

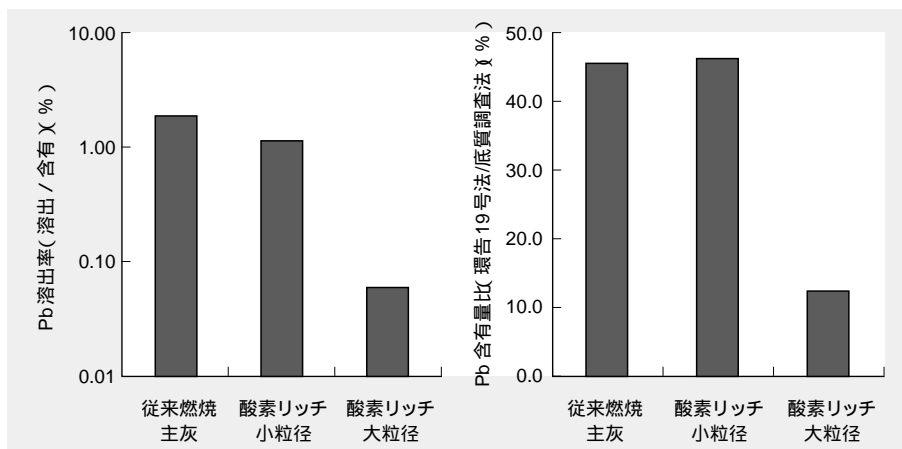


図4 焼却灰中鉛の溶出試験結果及び含有量分析結果 酸素リッチ燃焼大粒径焼却灰は従来燃焼焼却灰と比較し、より無害化が進んでいる。

が推察され、より安定な化合物形態となっていることが窺えた。このことは、焼却灰の直接リサイクルの実現の拡大と灰溶融炉を使用しないことによるコスト低減の可能性があると考えられる。

3.6 赤外線カメラを用いたごみ層・灰層温度監視及び燃焼制御²⁾

本プラントの特徴の一つとして、炉頂部に設置した赤外線カメラが挙げられる。このカメラでは火炎を透過する波長域を使用し、さらに画像処理によって炉内を浮遊する固体粒子(飛灰)の影響を除外することで、ごみ層・灰層の表面温度並びにストーカ上での燃焼位置をリアルタイム(5 s間隔)に監視可能である(図5)。

このカメラを用いて、一次空気への富化酸素量の制御及び一次燃焼空気配分を操作して、過度な温度上昇の防止(火格子上での灰の溶融防止)と適正な燃焼位置を制御し、酸素リッチ燃焼の安定性を確保している。

4. ま と め

酸素リッチストーカ炉初号機の試運転結果より、従来燃焼条件を凌ぐ低環境負荷性能と安定運転性を確認した。今後は長期的な耐久性に関わる項目の継続的な

評価と、更なる廃棄物処理コスト低減の観点から、灰溶融炉を使用しない焼却灰直接リサイクルへの可能性を追求していく所存である。

参 考 文 献

- (1) 吉良雅治ほか、酸素リッチ燃焼による次世代ごみ焼却炉の開発、三菱重工技報 Vol.38 No.1 (2001) p.8
- (1) 高津戸康弘ほか、赤外線カメラによるごみ焼却炉のごみ層温度監視と制御、第5回計測自動制御学会制御部門大会講演論文集(2005) p.185



土井亨



山田明弘



滑澤幸司



田熊昌夫



高津戸康弘



馬渡匡之