

次世代型ストーカ式焼却炉 ハイパー 21 ストーカシステム



JFE 環境ソリューションズ 株式会社

エンジニアリング本部 設計部 焼却炉設計室
〒 230-0044 神奈川県横浜市鶴見区弁天町 3 番地 7
TEL 045-510-4640
FAX 045-510-4752

1. はじめに

当社では廃棄物の多様性・不均一性に起因する本質的な燃焼不安定性を改善する目的で、工業炉の高性能化に有効である高温空気燃焼技術を廃棄物焼却炉へ適用することに着目し基本検討を行った。

1999年、通商産業省（現経済産業省）の補助のもと特殊法人（現独立行政法人）新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）により委託を受けた（財）省エネルギーセンターから再委託を受け、高温空気燃焼技術を応用した焼却炉への高温混合気吹込み低空気比安定燃焼技術について開発研究を開始し、廃棄物の焼却から灰処理まで一貫した高効率・環境負荷低減型の廃棄物処理システムを開発することを目的として系統的な試験を実施した。

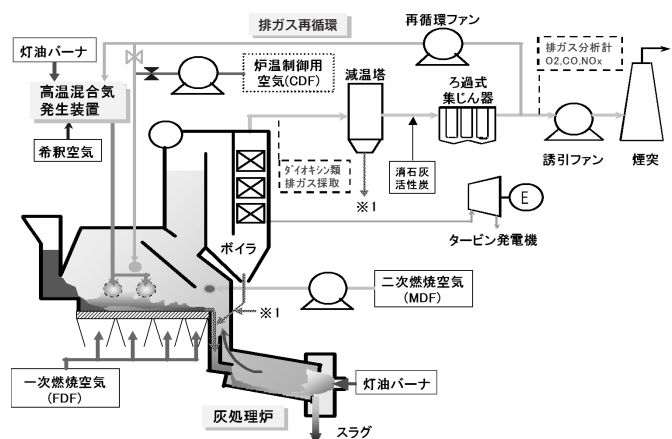
初期の基礎的試験の結果を踏まえ、当社内に建設した12t/d規模の実証試験プラントにおいて、一般廃棄物を試料とした低空気比燃焼試験と、灰処理炉を焼却炉へ一体化した灰処理試験を実施した後、それらの研究成果に基づき、実際の焼却炉における効果の実証と作業上の知見を得ることを目的として次世代型ストーカ式焼却炉の技術を105t/d規模の実炉へ適用し検証を実施した。

実施した炉の設備概要を第1表に、フローを第1図に示すが、検証においては、既存の従来型ストーカ式焼却炉に、排ガス再循環ラインと高温混合気発生装置および灰処理炉を追設し、

次世代型設備へ改造した後、燃焼安定性、熱回収効率、焼却灰処理燃費、燃焼ガス・スラグ性状等の比較検証を実施し、各種の改善効果、知見を得るに至った。

第1表 プラント設備概要

焼却炉形式	全連続式ストーカ炉
試験対象炉	1号炉
処理能力	105 t/day × 2炉
炉寸法	幅:3.2m 高:6.2m 奥行:8m
排ガス冷却設備	自然循環ボイラ(2.8MPa,300°C)+減温塔
排ガス処理設備	バグフィルタ+消石灰、活性炭吹込み
発電設備	復水タービン(2.6MPa,295°C)出力2000kW



第1図 試験設備フロー概要図

2. システムの概要

本システムの基本コンセプトは、長年の実績により信頼性が高く、運転安定性に優れたストーカ炉において、

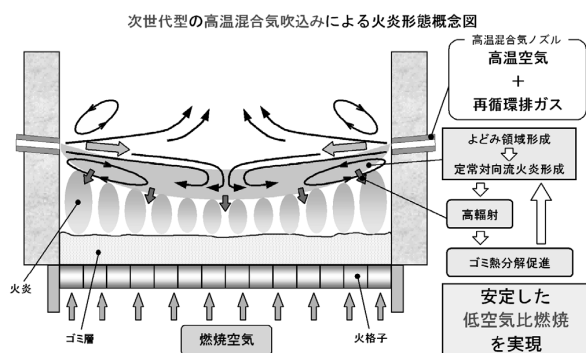
- ① 廃熱回収効率の大幅向上
- ② 環境負荷の低減

③設備のコンパクト化

④操業コストの低減 を実現する事である。

本システムは、当社ストーカ炉既存技術と、排ガス再循環、高温混合気吹込み、焼却炉一体型灰処理炉などの新技術を高度に組み合わせる事により上記コンセプトの達成を図っている。

本システムでは第2図に示すように、高温空気と再循環排ガスを混合させた高温混合気を二回流式焼却炉の燃焼開始領域に供給している。これによりゴミ層直上に安定燃焼領域を形成させ、ここに安定した定常対向流の拡散火炎を定在させている。結果、従来ストーカ炉では達成できない低空気比条件（空気比1.3）での安定燃焼を実現している。この低空気比安定燃焼により、排ガス量の低減とそれに伴う熱損失の低減、NOx、ダイオキシン類の排出低減といった廃熱回収率の向上と環境負荷の低減が可能となる。



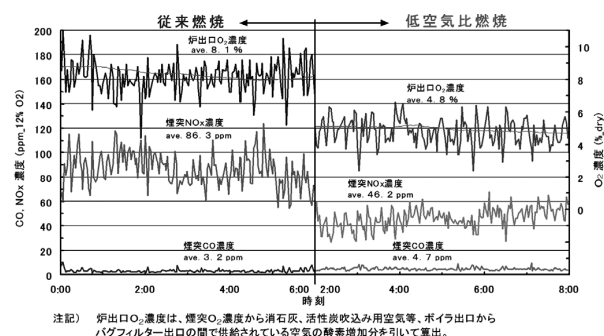
第2図 燃焼開始領域での火炎安定化イメージ

本システムにおけるもうひとつの特徴は焼却炉と灰処理炉の一体化である。本システムでは焼却炉から排出される焼却灰を複雑な前処理設備や搬送設備を介することなく灰処理炉に投入することが可能であり、さらに灰処理炉の排ガスを焼却炉に付帯したボイラにより熱回収すると共に、排ガス処理設備により処理することが可能である。これらにより灰処理炉設備の簡素化が図られ、設備費および設置面積の低減に有効であるだけでなく、ランニングコスト削減、運転要員の削減につながる。更に焼却灰の持ち込み熱および灰処理炉の廃熱を有効に利用することが可能となり、システム全体としての熱効率向上の面でも大きな効果が得られる。

3. 成果

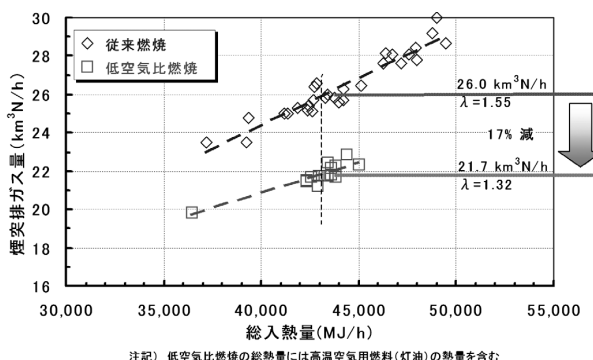
3-1. 低空気比燃焼

従来燃焼時と低空気比燃焼時の排ガス濃度の経時変化を第3図に示す。従来燃焼時の炉出口O₂濃度が平均8.1%（空気比λ=1.6）に対して、低空気比燃焼時の炉出口O₂濃度は平均4.8%であり、空気比λ=1.3を達成していることがわかる。低空気比燃焼時のCO濃度は、平均値5ppm未滿かつ20ppmを超えるピークも無く従来燃焼時と同様に低く抑えられており、低空気比燃焼時においても完全燃焼が達成できていることが確認できる。また、従来燃焼時のNOx濃度は平均86.3ppmであるのに対し、低空気比燃焼時は炉内水噴霧を行わずに約半分の平均46.2ppmを実現している。



第3図 排ガス濃度の経時変化

焼却炉への総投入熱量と排ガス量の関係を第4図に示す。低空気比燃焼時は従来燃焼時と比べ煙突排ガス量が17%低減し、排ガスの持ち出しによる熱損失が低減していることがわかる。



第4図 総入熱量と煙突排ガス量の関係

3-2. 焼却炉一体型灰処理炉

焼却炉一体型灰処理炉による焼却灰（ボイラ灰、減温塔灰を含む）の無害化処理は、灯油バ

ナーによる加熱溶融処理である。溶融スラグの管理温度は 1300 ~ 1400℃とした。

本溶融試験で得られた水砕スラグの性状を第 2 表に示すが、「道路用溶融スラグの骨材」(TR-A-0017)の規格および重金属類等の土壌含有量基準のいずれについても満足しており、路盤材やコンクリート二次製品などへの再利用が可能な性状であることが確認された。

第 2 表 水砕スラグ性状

道路用溶融スラグ骨材 (TR A 0017) 試験結果			重金属等含有量分析結果			
試験項目	結果	規定値 TR A 0017 FM2.5	元素	含有量試験(mg/kg)		
				分析値	含有量基準	
単位容積質量(kg/L)	1.77	-	カドミウム	< 5	150	
絶対乾密度(g/cm ³)	2.88	2.45以上	鉛	31	150	
吸水率(%)	0.16	3.0以下	六価クロム	< 2	250	
金属鉄(%)	< 0.7	1.0以下	砒素	< 5	150	
粒度分布	4.75mm	100	総水銀	< 0.05	15	
通過質量	2.36mm	90	セレン	< 5	150	
百分率(%)	0.075mm	2	シアン	< 5	50	
		0~10	フッ素	36	4,000	
溶出試験(mg/L)	カドミウム	< 0.005	0.01以下	ホウ素	150	4,000
	鉛	< 0.005	0.01以下			
	六価クロム	< 0.04	0.05以下			
	砒素	< 0.005	0.01以下			
	総水銀	< 0.0005	0.0005以下			
	セレン	< 0.005	0.01以下			

環告19号による

3-3. ダイオキシン類濃度

低空気燃焼下における焼却炉単独運転時のボイラ出口排ガス中ダイオキシン類濃度は、従来燃焼時 (0.72ng-TEQ/m³N) に対し約 70%低減し、0.15 ~ 0.24ng-TEQ/m³N という結果が得られた。灰処理炉を同時運転した場合においても同様に 0.17 ~ 0.23ng-TEQ/m³N と約 70%のダイオキシン類濃度の低減が確認された。

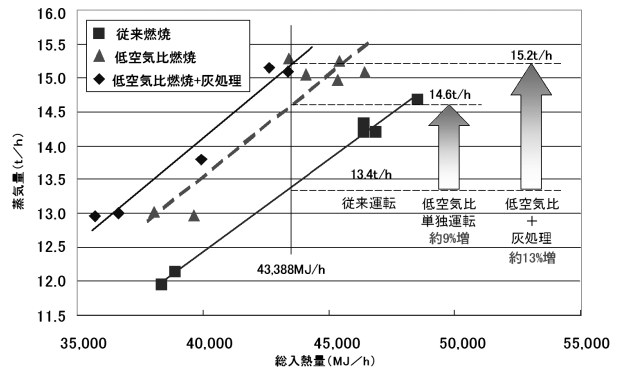
また、溶融スラグ中のダイオキシン類濃度は定量下限以下という結果を得た。

3-4. 廃熱回収率向上

焼却炉単独運転 (低空気比燃焼時) および焼却炉と灰処理炉の同時運転における焼却炉ボイラによる廃熱の回収結果を第 5 図に示す。従来燃焼時に比べて低空気比燃焼時には蒸気回収量が約 9%増加した。灰処理炉同時運転時では、さらに約 4%増加し、合計約 13%増加する結果を得た。これは熱量に換算すると約 1,400MJ/h となり、従来では回収不能であった灰処理炉への投入熱量 (定格処理にて約 3,400MJ/h) の約 40%が蒸気として回収されていることになる。

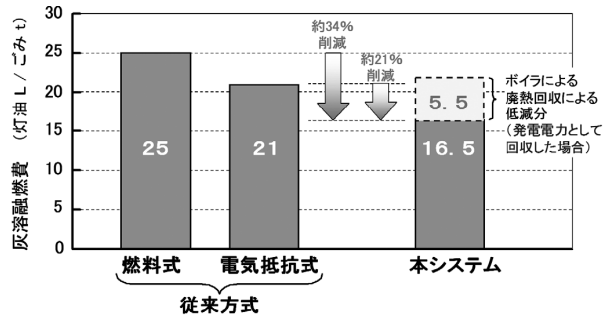
3-5. 焼却灰処理燃費の向上

灰溶融処理における従来方式と本システムの消費エネルギー (灯油換算値) の比較を第 6 図



注記) 低空気比運転には高温空気を燃料(灯油)の熱量を含み、灰溶融用燃料の熱量を含まない

第 5 図 廃熱回収量



年間 ごみ処理量 200t/d × 280日 = 56,000t/年 とした場合
 燃料式と比較 476,000 litter/年 削減
 電気式と比較 252,000 litter/年 削減

第 6 図 灰溶融処理燃費比較

に示す。本システムの場合、使用エネルギーの一部を廃熱ボイラにて回収できるため、総合的な処理燃費で見ると、従来の別置き燃料式と比べ約 34%、また電気抵抗式と比較した場合でも約 21%の処理燃費向上を実現している。

4. おわりに

近年、地球温暖化をはじめとした環境問題への関心が強まる中、廃棄物処理分野においても、ゴミを廃棄物として考えるのではなく、燃料として捕らえる傾向が強くなる傾向がある。本システムの適用により低空気比下における安定燃焼と廃熱回収率の大幅向上、有害物質排出量の大幅削減といった環境負荷の軽減が可能であり、環境問題の改善に大きく貢献できるシステムであるといえる。また本システムは新設の焼却炉のみならず、既存の焼却炉に適用することも可能であり、各要素技術は用途に応じた組み合わせが可能であるため、低コストで最適な廃棄物処理システムの提供が可能である。