

下水汚泥焼却炉への循環流動層炉の適用

○吉ヶ江武男, 矢部幸彦, 和泉一也, 宮本博司

(株) 神戸製鋼所 都市環境・エンジニアリングカンパニー

概要：現在稼動中の下水汚泥用焼却炉を炉形式別に分類すると、気泡流動層炉がその大部分を占めている。これに対して、近年、循環流動層炉を下水汚泥焼却炉として適用する事例が増加しつつある。現在実機として稼動中の循環流動層炉の操業データから、下水汚泥とし渣との混合焼却が安定して可能であること、および流動ブロウの電力使用量を気泡流動層炉より低減することが可能であることが確認された。

キーワード：循環流動層、焼却炉、下水汚泥、し渣、混焼

1. はじめに

下水汚泥の焼却処理においては、複数の処理場で発生した脱水ケーキを集約して処理する場合や、下水処理プロセスから発生する廃棄物量を削減するために、し渣（スクリーンかす）等を脱水ケーキと混合焼却する場合がある。こうした場合、幅広い性状の対象物を安定に焼却する必要があり、このようなニーズを満たす焼却炉として、循環流動層焼却炉が注目を集めている。循環流動層炉は炉内のガス流速が速く高温の流動砂が炉内を循環しているため、炉内温度が均一化されて幅広い性状の物質を安定して焼却できるという特長がある。国内で現在稼動中の下水汚泥焼却炉の大半を占める気泡流動層炉は、処理対象物の性状によっては燃焼が不安定となる場合があるが、そうした条件においても、循環流動層焼却炉では炉内温度が均一化され、安定して焼却可能とされている。

そこで、こうした特長を、当社がK浄化センター殿向けに納入した循環流動層焼却炉の操業データを用いて検証した。

2. 循環流動層炉の概要と特長

循環流動層焼却炉の構造図を図1に示す。流動砂は約5m/sのガス流れに伴って炉本体から飛び出した後、ホットサイクロンでガスから分離され、ループシールを経由して炉下部に戻されている。脱水ケーキおよびし渣はループシール出口部に供給されており、高温の流動砂とともに炉下部に流入しながら予備乾燥される。流動空気は1次～3次空気に分割して供給されており、炉側壁から2次および3次空気を吹き込むことによって、炉内でのガスと空気との混合・攪拌を促進し、完全燃焼を図

っている。

循環流動層炉の特長は、高温の流動砂の循環によって炉内温度が均一化されているため、気泡流動層炉に比べて広い性状範囲の対象物に対して安定に焼却可能ということである。また、気泡炉に比べて炉内の流動砂保有量が少ないため、流動空気圧力が低下し、流動ブロウの電力使用量が低減されるという特長もある。気泡流動層炉では砂層温度を維持するために熱媒体として多くの流動砂を保有する必要があるのに対し、循環流動層炉では高温の流動砂の循環によって砂層温度が維持されるため、流動砂の保有量が少なくてもよい。

3. 実機データ

当社が循環流動層焼却炉を納入したK 浄化センターのフローを図2に示す。焼却-灰溶融システムによって脱水ケーキをスラグ化しており、焼却炉が循環流動層式である。脱水ケーキ処理量は36t/日であり、炉内径がφ1.15m、炉高さが約11.5mである。補助燃料として砂層部に灯油を供給しており、流動砂には6号珪砂を用いている。

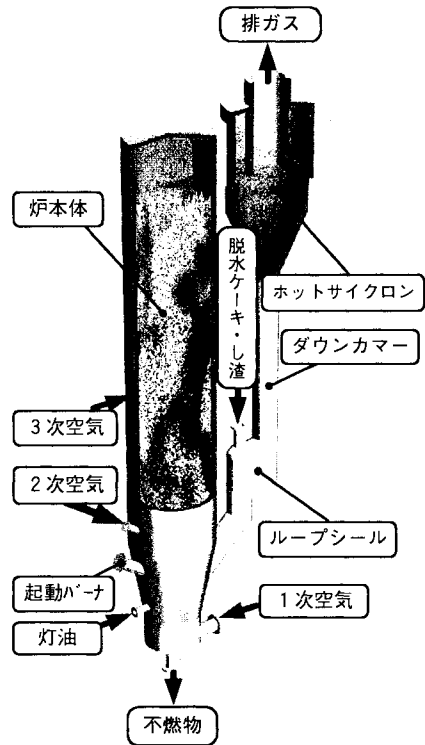


図1 循環流動層炉構造図

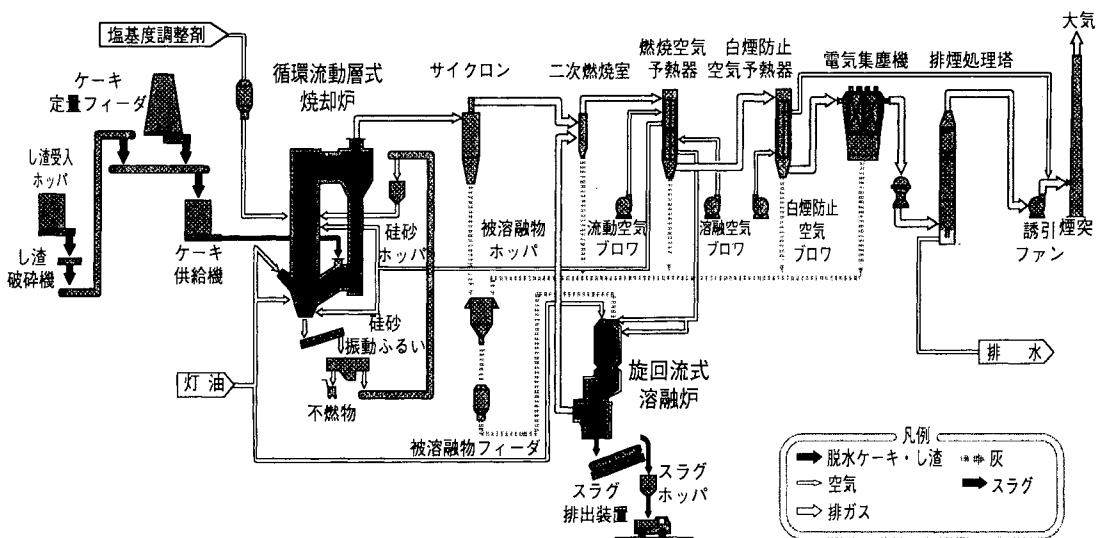


図2 K 浄化センターフロー

表1 脱水ケーキおよびし渣の性状

		脱水ケーキ	し渣
含水率	%	71.7	83.8
可燃分	%-ds	73.78	93.93
灰分	%-ds	26.22	6.07
低位発熱量	MJ/kg-ds	16.86	22.95
C	%-ds	42.63	55.22
H	%-ds	5.24	7.93
N	%-ds	4.79	2.34
S	%-ds	0.48	0.19
Cl	%-ds	0.04	0.05
O	%-ds	20.60	28.21

表2 循環流動層炉操作条件

		脱水ケーキ専焼	し渣混焼
ケーキ処理量	t/h	1.35	1.21
し渣処理量	t/h	0	0.14
灯油量	ℓ/h	0	12
流動空気量	Nm ³ /h	2,012	1,984
流動空気温度	℃	377	378
砂層温度	℃	855	851

3-1 安定したし渣の混焼

脱水ケーキ専焼時とし渣混焼時とで、焼却炉の操作条件を同一にした場合に、炉内温度分布および排ガス性状に差異があるかどうかを確認した。データ取得時の脱水ケーキおよびし渣の性状は表1に示すとおりである。脱水ケーキとし渣では含水率が大きく異なっており、脱水ケーキの含水率は低い一方、し渣の含水率が高いことが特徴的である。

炉の操作条件は表2に示すとおりであり、し渣の混焼率は10%である。空気量は炉出口O₂濃度が5%になるように調整している。炉内温度は砂層温度を制御対象としており、その温度が設定値である850℃となるように、灯油量を制御している。なお、脱水ケーキ専焼時の方が砂層温度が高いのは、し渣混焼時には、し渣の含水率が高いため、補助燃料を供給することによって設定値どおりの砂層温度となっていたのに対し、脱水ケーキ専焼時には、ケーキの含水率が低いため、補助燃料を供給しなくても砂層温度が設定値以上となっていたためである。

3-1-1 炉内温度分布

脱水ケーキ専焼時とし渣混焼時のいずれの場合も炉内温度差は16℃であり、し渣の混合焼却の有無

にかかわらず、安定して燃焼していることが確認できた。

3-1-2 排ガス性状

排煙処理塔出口における排ガス性状を表3に示す。脱水ケーキ専焼時とし渣混焼時とではCO, NOx, およびN₂Oのいずれもほぼ同等の値であり、良好な結果が得られている。

約2秒という短い滞留時間にもかかわらず、炉側壁からの2次および3次空気の吹き込みで炉内でのガスと空気の混合・攪拌を促進することによって、脱水ケーキ専焼時、し渣混焼時ともに、安定した燃焼を達成していることがわかる。

表3 排ガス性状

		脱水ケーキ専焼	し渣混焼
CO	ppm*	35	37
NOx	ppm*	46	49
N ₂ O	ppm*	59	59

* O₂ 12%換算値

3-2 電力使用量の低減

K 浄化センターの焼却炉は、以前気泡流動層炉であったものを循環流動層炉へと更新している。焼却炉の更新前後で設備全体の電力使用量を比較すると、循環流動層炉への更新によって平均で8%の電力低減効果が認められた。これは循環流動層炉への更新によって、流動空気圧力が16.4kPa から13.7kPaへと低下したことが主因と考えられる。

なお、流動空気のなかで2次および3次空気は炉の側壁から吹き込んでいるため、1次空気より低い圧力でも炉内に吹き込むことが可能である。K 浄化センターでは1台の流動ブロワから分岐して1次～3次空気を炉内に供給しているが、流動ブロワを高圧の1次空気用のブロワと低圧の2次および3次空気用のブロワに分けることによって、ブロワでの電力使用量のさらなる低減を図ることが可能になると考えられる。

4. まとめ

下水汚泥循環流動層焼却炉の実機操業データから、以下のことが確認された。

- 1) 循環流動層炉では、脱水ケーキとし渣の混焼が安定して可能であった。
- 2) 循環流動層炉では、気泡流動層炉に比べて流動空気圧力が低下しており、これによって流動ブロワの電力使用量の低減が可能となった。