

東京都下水道局

富澤千里

オルガノ株式会社

○伊藤新治

中外炉工業株式会社

浅田信二

1. はじめに

汚泥処理効率の向上、省エネルギー、焼却灰の資源化を目的として、東京都下水道局、オルガノ(株)、中外炉工業(株)は平成6年度より共同研究「液状化脱水汚泥の焼却システムの開発」を実施している。

図1-1にシステムのプロセスフローを示す。

脱水汚泥は高温高圧(250～300℃, 50～100kg/cm²)の液化設備で固形状から液状に変化する。これは汚泥中の高分子有機物が加水分解反応等により低分子化されるためであると考えられる。液化後の汚泥は水分調整設備で含水率を低減した後、フレイム溶融設備のバーナから酸素富化空気とともに噴霧して自然させることができる。噴霧された汚泥は火炎中で汚泥の乾燥、有機物の燃焼、無機物の溶融が行われ、焼却灰(溶融パウダー)は排ガスとともに炉から排出される。排ガス処理設備で捕集される溶融パウダーの粒子径は数μmで流動炉等による従来の焼却灰

よりも小さく、溶融による表面張力作用で球形となる。この溶融パウダーからは重金属の溶出が無く、工業原料化など特性を生かした付加価値の高い有効利用用途を開発できると考えられる。

その他に本システムの特長としては、

- ・汚泥の持つ熱量だけで自然が可能であり、補助燃料なしに溶融できる。
- ・脱水汚泥を液化させることで配管移送が可能になるため、移送設備が簡素化され、維持管理や防臭対策が容易になる。
- ・火炎中で溶融が進行し、溶融後の灰は排ガスとともに炉から排出されるため、従来の溶融炉に見られた炉内壁の浸食や出滓口の閉塞などの問題が解消される。また塩基度調整も不要である。
- ・炉の起動、停止時間が短くなり、またスケールアップが容易になる。
- ・酸素富化空気を使用することで燃焼排ガス量が少なくなり、排ガス処理設備がコンパクトになる。

2. 液化燃焼実証試験

図2-1に都内の処理場に設置した液化燃焼試験プラント(脱水汚泥処理能力7t/日)のフローを示す。高分子系の脱水汚泥はインジェクションタンク内に一旦充填された後、インジェクションポンプからの水圧を利用して反応器内に圧入される。汚泥は熱媒蒸気によって間接加熱され液化される。液化した汚泥はレットダウンバルブを介してフラッシュタンクに放出され、水分の一部が蒸発する。遠心濃縮機によってさらに含水率低減された液化汚泥は、燃焼炉上部のバーナから予熱後の酸素富化空気とともに炉内に噴霧され、自然する。燃焼排ガスは燃焼用空気を予熱した後、乾式電

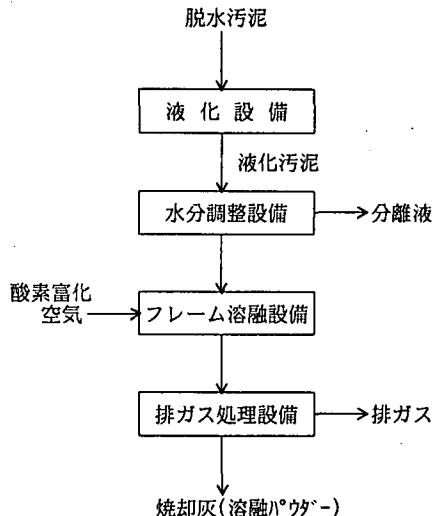


図1-1 汚泥の液化燃焼システムのプロセスフロー

気集塵機で溶融パウダーが捕集され、排ガスは処理場既設の排煙処理設備で処理される。

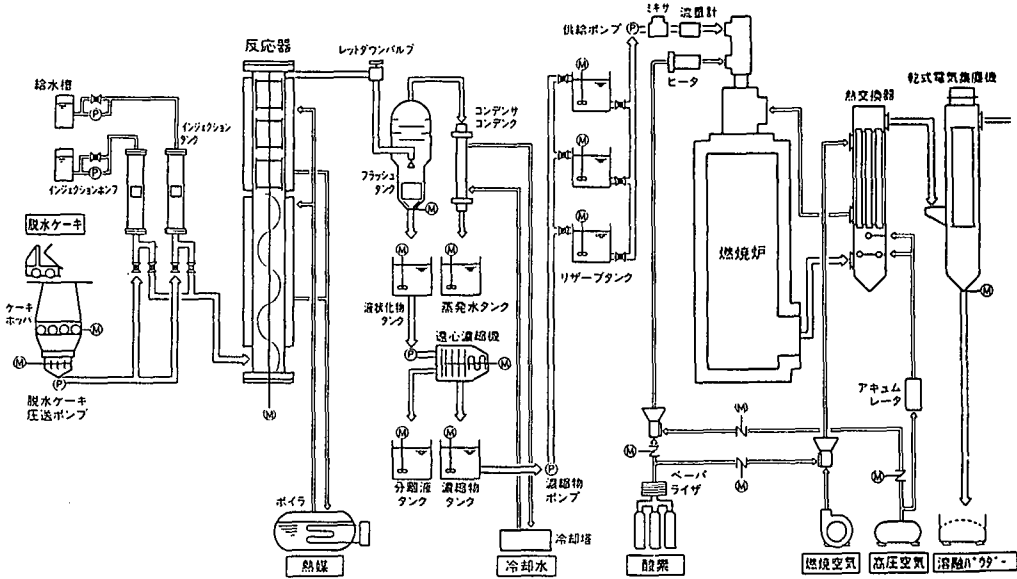


図2-1 液化燃焼実証試験プラントのフロー

2.1 液化汚泥の発熱量及び粘度

液化汚泥を安定して自然させるためには、液化汚泥の発熱量が高くかつ粘度が低いことが望ましい。図2-2に液化汚泥の含水率と発熱量の関係を示す。液化汚泥の乾燥固形物あたりの低位発熱量は約4000kcal/kgだが、水分が約80％あるために水分の蒸発潜熱を考慮した実際の低位発熱量は約300kcal/kgとなる。バーナの自然には液化汚泥の含水率を低減して高発熱量にする必要があるが、含水率を下げすぎると汚泥の粘度が高くなり噴霧が悪化する恐れがある。

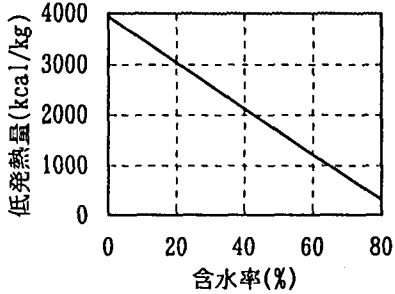


図2-2 含水率と発熱量の関係

図2-3に遠心濃縮機で含水率低減した際の液化汚泥の含水率と粘度の関係を示す。液化汚泥の粘度は回転粘度計を用いて20℃での値を測定したが、汚泥は非ニュートン流体であり、ここではずり速度10s⁻¹でのみかけ粘度を示した。図2-3からわかるように、遠心濃縮機で含水率を80％から60％まで低減すると液化汚泥の粘度は約10倍に増大する。また液化の反応温度を245℃から295℃まで高めると汚泥の粘度を1オーダー低減できることがわかる。

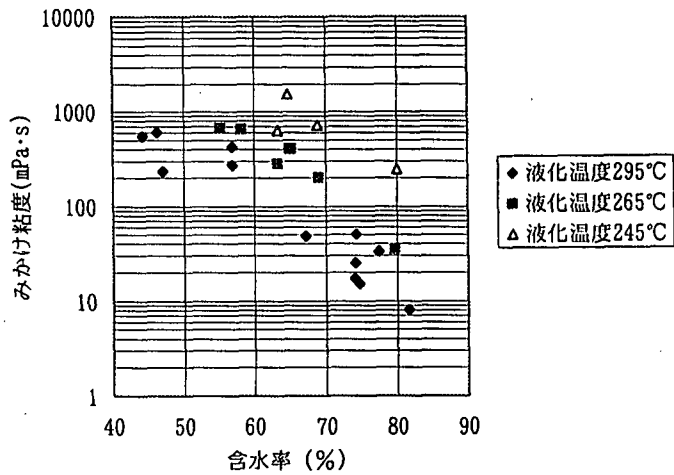


図2-3 含水率と粘度の関係

2.2 液化汚泥の燃焼範囲

液化汚泥の燃焼範囲を確認するために、燃焼空気、噴霧空気中の酸素濃度と酸素比（実酸素量／理論酸素量）を変化させて燃焼状態の比較を行った。試験は、含水率57.3～68.1%の液化汚泥を用い、炉内温度を800～1000℃に昇温した後にを行った。汚泥流量150L/h、燃焼空気温度400℃を固定条件として、酸素濃度を32～55%、酸素比を1.1～2.5の範囲で変化させた。図2-4に燃焼可能であった実験の酸素濃度と汚泥の含水率の関係を示す。図中に示した理論火災温度からわかるように、良好な燃焼は理論火災温度1400℃以上で可能であった。また排ガス中のCO濃度は0.1%以下であり、完全燃焼できていると判断された。

2.3 溶融パウダーの性状

燃焼試験で得られた溶融パウダーの組成を表2-1に、粒径分布を図2-5に示す。組成は通常の高分子系統却灰と同様であるが、粒径は10μm以上の粒子がほとんどなく、平均粒径20～30μmの流動焼却灰と比べて極めて細かく、分布範囲も狭いことがわかる。また、顕微鏡観察により溶融パウダーが球形であることや、溶出試験により重金属の溶出のないことも確認されている。

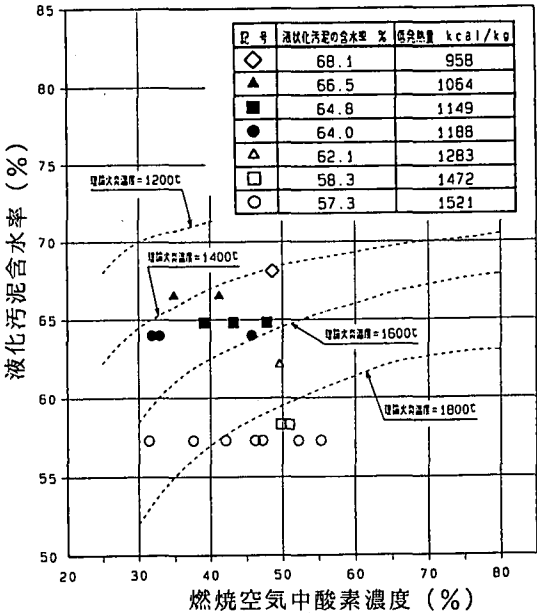


図2-4 液化汚泥の燃焼範囲

表2-1 溶融パウダーの組成

項目	重量(%)
SiO ₂	32.60
Al ₂ O ₃	21.00
CaO	11.80
FeO ₃	9.54
P ₂ O ₅	16.00
T-S	0.10
真比重	2.72
嵩比重	1.00

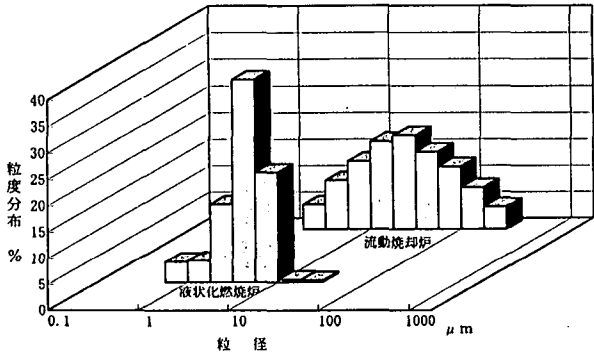


図2-5 溶融パウダーの粒径分布

3. おわりに

- 脱水汚泥の液化燃焼実証試験により、以下の結果を得た。
- 1) 液化後の汚泥の含水率を80%からバーナで自然可能な60%まで下げると粘度が約10倍に増大し、また液化の反応温度を245℃から295℃に上げると粘度が約1/10に低下した。
 - 2) 含水率を57～68%に低減した液化汚泥を噴霧燃焼させたところ、理論火災温度1400℃以上の条件で安定して自然した。
 - 3) 得られた溶融パウダーは組成は通常の焼却灰と変化がないが、粒径10μm以下の球形で流動焼却灰よりも細かく、重金属の溶出がないことがわかった。
- 今後の課題としては、長時間燃焼のためのバーナや炉の構造の最適化、液化や含水率低減と燃焼を組み合わせた最適条件の把握、溶融パウダーの有効利用法の開発などがある。