

日本下水道事業団 早瀬 宏 亀山 建一
(株)日水コン ○長浜 泰弘 安田 要

1. はじめに

下水汚泥の最終処分場の切迫した状況から、下水汚泥熔融システム¹⁾(以下熔融システムという。)が汚泥の減容化、安定化、無害化又は資材化を図る方法の一つとして注目されている。しかし、熔融システムは、最新の技術であり、下水処理場での運転日数も浅いことにより、現状では運転制御に関する技術的な蓄積による系統的な解析や情報が十分であるとは言い難い。

熔融システムの運転制御は、下水汚泥を安定的に処理することを目的とし、処理条件の維持、装置・システムの保護、処理コストの低減、外部環境・作業環境の保護等多岐にわたる項目を含んでいる。さらに、熔融スラグの製品管理としての項目が付加され、熔融システムの運転制御はますます複雑となるため、系統的な運転制御の基準や方法の確立が必要になる。

本論文では、灰熔融システムについて、運転指標と操作項目を整理し、物質収支・熱収支モデル²⁾を用いて静的シミュレーション解析^{3) 4)}をしたので報告する。

2. 運転指標と操作項目

今回、シミュレーション解析の対象とした灰熔融システムは、流動焼却炉、旋回熔融炉等で構成され、投入する脱水汚泥は汚泥の減容化の観点から有機系汚泥とし、流動焼却炉で完全燃焼させた灰を熔融炉に投入するものとする。

流動焼却炉の運転指標、操作項目及び操作方法是次のとおりである。なお、各操作項目の操作方法是、自治体へのアンケート調査結果及びメーカーヒアリングに基づいて決定した。

運転指標 : 炉内温度

(1) 操作項目 : 補助燃料供給量

補助燃料供給量の増減により、供給熱量を変化させ、炉内温度を調整する。

操作方法 : 燃料流量調整弁による自動調整

(2) 操作項目 : 燃焼空気量

燃焼温度より低い温度の燃焼空気量が多くなると炉内温度が低くなる。これを利用して炉内温度を制御する。排ガス処理設備の容量や最低空塔速度、最小空気比からの制約を受けるためにその操作幅は大きく取ることはいできない。

操作方法 : 燃焼空気量調節弁による手動調整

(3) 操作項目 : 供給汚泥量

保有熱量が低い脱水汚泥では供給汚泥量を下げることにより炉内温度を上昇させることができ、保有熱量が自然条件より高い汚泥の場合には供給汚泥量を下げることにより炉内温度を下げるができる。

操作方法 : 定量供給機の回転数等による手動調整

3. システムに影響を与える変動要因

システムに影響を与える汚泥性状の変動要因としては、脱水汚泥含水率、脱水汚泥有機物含有率又は塩基度が挙げられ、全国下水処理場で実態調査を行った。汚泥性状の標準値と変動幅を表1に示す。

塩基度の変動は小さく、この変動による汚泥の溶流点の変化が炉内温度設定に与える影響はほとんどない。

ものと考えられる。したがって、塩基度については今回のシミュレーション解析の対象から外した。

4. 静的シミュレーション解析

構成する流動焼却炉、旋回熔融炉等における物質収支、熱収支を計算する際の計算式²⁾、基本数値・各種物性値並びに計算に用いた運転操作条件²⁾、熱損失率等²⁾は最近の運転実績により求めた。

シミュレーション解析に当たって、次の条件を設定した。

- (1) 脱水汚泥処理量は、定格50wet-t/日とする。
- (2) 焼却炉へ投入する脱水汚泥量又は熔融炉への投入灰量は、定格を超えないものとする。
- (3) 焼却炉又は熔融炉は、炉内温度を一定に制御するものとする。

1) ケーススタディの実施

脱水汚泥含水率又は脱水汚泥有機物含有率の変動に対して、各プロセスでの操作項目の操作方法によりケーススタディを実施した。表2に汚泥性状変動時のケーススタディを示す。

表2 汚泥性状変動時のケーススタディ

プロセス 及び設備			前処理プロセス				熔融プロセス	
			流動焼却炉				熔融炉	
操作項目			投入 脱水 汚泥量	補助 燃料 消費量	燃焼用 空気量	炉頂 スプレー 水量	補助 燃料 消費量	炉投入 灰量
CASE A S E 名	CASE -1	- A	助燃域： 無操作	助燃域： 操 作	助燃域： —	助燃域： —	操 作	無操作
		- B	自然域： 無操作	自然域： —	自然域： 無操作	自然域： 操 作	一 定	操 作
	CASE -2	- A	助燃域： 無操作	助燃域： 操 作	助燃域： —	助燃域： —	操 作	無操作
		- B	自然域： 無操作	自然域： —	自然域： 操 作	自然域： 一 定	一 定	操 作
	CASE -3	- A	助燃域： 操 作	助燃域： 一 定	助燃域： —	助燃域： —	操 作	無操作
		- B	自然域： 操 作	自然域： —	自然域： 無操作	自然域： 一 定	一 定	操 作

2) シミュレーション解析結果

本シミュレーションで設定した汚泥性状の範囲では、流動焼却炉において自然域が発生せず、その結果CASE-1とCASE-2は同じ結果となった。

図1に脱水汚泥含水率変動時の処理固形物当たりの補助燃料消費量、図2に脱水汚泥有機物含有率変動時の処理固形物当たりの補助燃料消費量を示す。

標準状態 $W = 80\%$ 又は $V = 70\%$ の時の運転特性を100%で表示した。

脱水污泥含水率又は脱水污泥有機物含有率の変動に対してもCASE-1-Aの操作が処理固形物当たりの補助燃料消費量が少なく有利となっている。又、本システムはよほど大きな污泥性状の変動がない限り補助燃料消費量の操作だけで対応可能であり、運転制御上は比較的容易なシステムといえる。

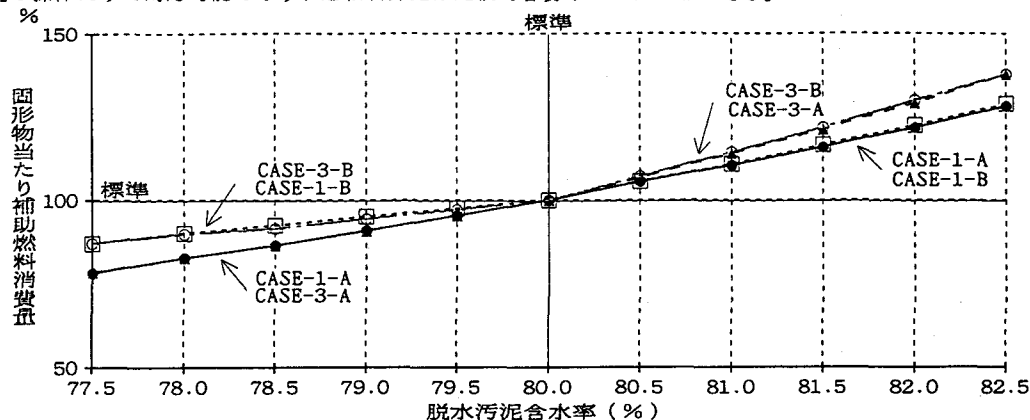


図1 脱水污泥含水率変動時の処理固形物当たりの補助燃料消費量

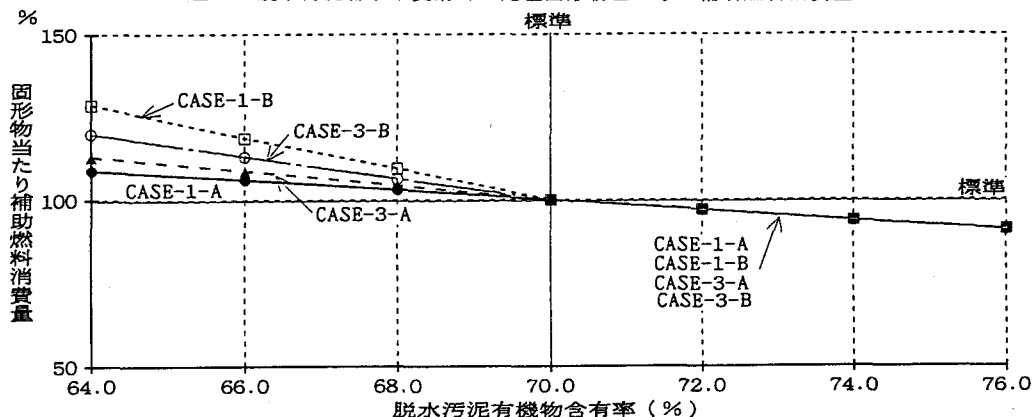


図2 脱水污泥有機物含有率変動時の処理固形物当たりの補助燃料消費量

5. おわりに

灰溶融システムにおいて、脱水污泥含水率又は脱水污泥有機物含有率が変動した場合静的モデルを用いてシミュレーション解析を行い污泥性状変動時の各プロセスでの操作幅を定量化することができたが、この解析は、ゆるやかな日変動や月変動に対して有効である。ごく短い時間単位で変動する場合には時間変動を考慮した動的解析が必要になるものと思われる。本解析結果が、効率的な運転管理の確立の一助となることが望まれる。

<参考文献>

- 1) 早瀬 宏：下水污泥溶融技術の現状と動向について、下水道協会誌、Vol. 30, No. 355, pp. 71-81, 1993/5
- 2) 建設省都市局下水道部、日本下水道事業団：污泥溶融システムの運転管理の適正化に関する調査報告書、1994年3月
- 3) 早瀬 宏、福田寛允：巡回溶融システムにおける運転制御のシミュレーション解析、下水道協会誌論文集、Vol. 31, No. 370, pp. 47-61, 1994
- 4) 早瀬 宏、福田寛允、長浜泰弘、安田 要：下水污泥溶融システムの最適運転制御に関する研究、第30回環境工学研究フォーラム講演集、pp. 100-102, 1993年12月