

月島機械 (株) ○ 正 員 坂本 優
 京都大学工学部 正 員 平岡 正勝
 京都大学工学部 正 員 武田 信生

1. はじめに : 下水汚泥に熱操作を加えることは、安定化・減容化を望むことができるため、汚泥処理プロセスの中で、とくに重要な位置を占めると考えられる。熱操作プロセスには、乾燥、焼却、熔融等があるが、本研究では乾燥工程での特性について室内実験を行ない、検討を加え、合わせて、従来の燃料的特性指標である水分、有機分率、高位発熱量などとの相互関係について考察した。

2. 実験方法 : 実験に用いた試料は、①石灰素注ケーキ、②高分子素注ケーキで、これらの試料はS処理場で同時採取したものである。

図-1は、雰囲気温度250～350℃での乾燥(整形多段焼却炉の乾燥段)を想定した実験装置である。平岡らは、熱分解多段焼却炉の第1段において、脱水ケーキはすでに約30%の有機分分解を示し、以後の乾燥段ではほぼ同様の分解率で推移していると報告している。ゆえにここでは多段焼却炉の有機分揮散現象は第1段のみ(1段あたりの滞留時間を5分とする)で生じると仮定してこの値を想定した。図-1において燃焼ボードに湿潤汚泥(約5g×2)を入れ、電気炉内の石英管に投入し、流入量0.3

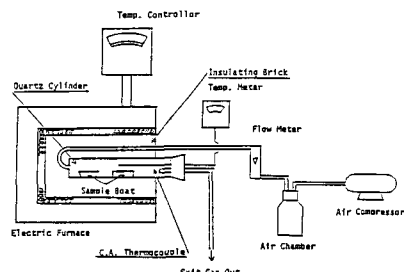


図-1 実験装置

～0.4%/分に設定した空気雰囲気下で5分間加熱した後、デシケータ中で急冷する。雰囲気温度は250, 300, 350℃の3段階で行う。急冷した材料は40℃, 真空乾燥法を用いて、恒量になるまで乾燥後、秤量し、ベースとして無処理で乾燥した試料と比較する。

なお、40℃真空乾燥法を用いた理由は予備実験において40℃真空乾燥と100℃通風乾燥との特性比較を行った結果、40℃真空乾燥の方が有機分揮散率および発熱量低下がいずれも少なく、乾燥処理での影響が少ないためである。表-1に予備実験の結果を示す。

表-1 予備実験結果 (40℃真空乾燥を100とする。)

サンプル	石灰素注ケーキ (7試料平均)		高分子素注ケーキ (7試料平均)	
	有機分	発熱量	有機分	発熱量
40℃真空乾燥	95.93	96.89	93.22	97.66
100℃通風乾燥				

3. 実験結果および考察 : (有機分揮散率) 表-2に試料番号, 含水率, Ig-loss, 可燃分あたりの発熱量および有機分揮散率を示す。ここで試料番号の第1文字においてLは石灰素注ケーキを, Pは高分子素注ケーキを意味している。

表-2 有機分揮散率結果

試料	含水率 (%)	Ig-loss (%-DS)	高位発熱量 (kcal/VS-kg)	揮発分率 (%-VS)		
				250	300	350
L-0	79.60	66.89	4178	0.510	3.715	7.861
1	76.54	58.58	4283	1.512	4.538	11.02
2	76.98	64.24	4709	2.717	6.083	12.16
3	76.26	64.15	4828	1.365	3.846	9.864
4	73.09	53.20	5404	4.896	7.489	12.44
5	73.65	61.60	4524	3.436	—	—
6	85.42	49.09	3693	0.200	2.658	3.498
7	82.28	44.62	2911	0.632	1.935	3.023
AVE.	77.98	57.80	4316	—	—	—
P-0	86.68	73.86	5291	0.202	5.063	13.77
1	80.73	75.10	5614	3.373	9.459	18.48
2	81.59	76.24	5741	3.860	10.220	18.57
3	84.97	75.73	5471	1.148	6.975	15.90
4	80.83	77.10	5455	9.806	13.98	22.18
5	84.56	76.13	5601	7.938	7.808	16.54
6	83.41	80.11	5560	2.762	7.466	15.16
7	84.30	79.75	5246	2.029	6.310	15.73
AVE.	83.38	76.76	5497	—	—	—

この実験結果による有機分揮散率を汚泥性状因子と関連づけるため、独立変数として雰囲気温度：T、初期含水率：W、および初期有機分率：Cを用いて重回帰分析を行い推定式をもとめた。

その推定式および推定値と実験値との関係を図-2 (a), (b) に示す。図中の直線は推定値と実験値が一致したときを示したものである。何れの場合でもその重相関係数の高さから考えて、この推定式の有用性は明らかであり、実験条件を大きく超えない範囲ならば、任意のケースでの有機分分解率を推定することが可能と考えられる。1例として、雰囲気温度(すなわち第1段のガス温度として)300℃、初期含水率78%、初期有機分率55%を与えると、石灰業注ケーキの有機分揮散率は4.90%と推定される。推定式より、初期含水率、および雰囲気温度が有機分揮散現象に大きな影響を与えていることがわかる。このうち初期含水率に関しては、汚泥のような吸着物質の水分保有状態は吸着水、結合水がかなり大きく、かつ易揮発性物質の親水性が高いため、水分の蒸発とともにこれらの易揮発性物質が揮散するものと推測される。ここでは検討できなかった因子として、ケーキの形状、すなわち比表面積が考えられる。実際の炉内では含水率によってかなり塊状になっている場合もありえ、揮散がゆっくり進行する可能性もある。高分子業注ケーキと石灰業注ケーキとを比較した場合、全般的傾向として高分子業注ケーキの方がかなり有機分揮散率が大ききようである。これは高分子業注ケーキが燃焼性が高く(揮発性可燃分に富む)、かつ全体として高水分にもかかわらず、表面が部分的に乾燥し、可燃分が分解ガス化して揮散するためと考えられる。

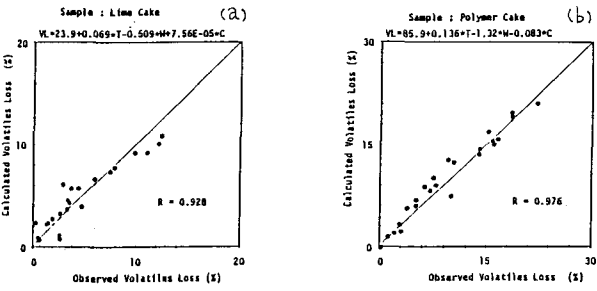


図-2 Relation between observed & calculated volatiles loss

表-3 Experimental result of gross calorific value loss

Temp.(°C)	Gross Calorific Value Loss					
	250		300		350	
Sample Type	(%DS)	(%VS)	(%DS)	(%VS)	(%DS)	(%VS)
L-1	1.512	0.255	2.910	1.004	8.529	4.405
4	2.435	0.651	4.347	1.180	8.035	3.389
7	0.847	0.012	1.232	0.687	5.311	1.030
P-1	1.302	0.516	4.708	2.180	8.218	2.858
3	0.676	0.382	2.341	0.528	6.445	2.056
7	0.908	0.877	3.059	1.735	5.800	2.306

(高位発熱量損失率)

有機分が一部揮散することにより、残存脱水ケーキの高位発熱量がどのように変化するかを調査した結果を表-3に示す。実験試料としてL-1, 4, 7およびP-1, 3, 7の6試料を用い、有機分揮散の測定と並行して実験を行った。また固形分あたり、および可燃分あたりの高位発熱量損失率を有機分揮散率の関数として最小自乗法を用いて、1次関数で表わした結果を図3-1 (a), (b) に示す。図より残存ケーキの高位発熱量は固形分あたり、可燃分あたりの双方とも低下している。

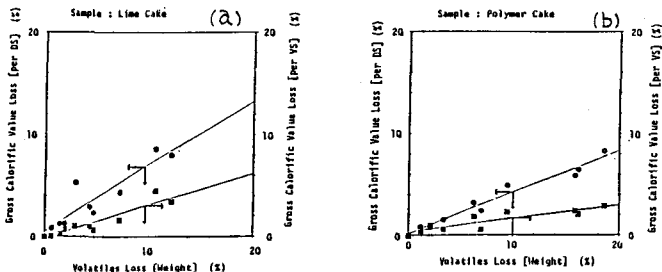


図-3 Relation between volatiles loss and gross calorific value &

4. まとめ : 乾燥工程における有機分揮散率とそれにとまう高位発熱量損失を実験により解析した結果、その揮散率および損失率を推定式として導くことができた。

参考文献 : 1) 平岡, 武田, 酒井 : 向流式多段炉特性を考慮した、下水汚泥の熱回収型熱分解プロセスの解析, 京都大学衛生工学研究会第三回シンポジウム講演論文集(1981)
2) 伊藤 : 整形多段焼却炉のモデル化に関する基礎的研究, 京都大学修士論文(1985)