解 説

大阪南エースセンターにおける 下水汚泥溶融処理システムの評価

木 村 淳 弘 *・加賀山 守 **・菱 田 照 雄 ***

1. はじめに

下水道整備の進展に伴い、下水道終末処理場への流入下水量は、年々増加の一途をたどり、その結果、当然の事として発生する汚泥量が、急激に増加している。反面、処分地の確保は、都市域の拡大や、処分先の都市化の進展により、年々困難となるとともに、汚泥の処理費用が大きな負担となっている。このような背景から、汚泥の減容化、減量化及び安定化等を目的として、焼却、溶融を行う都市が増加している。また、汚泥の減量化にも限界があり、特に、減量化だけでは、下水汚泥処分問題の最終解決とは成り得ないため、近年、下水汚泥の建設資材として再利用することが注目され、このような処理技術の開発が高まっている。ここでは、この建設資材化を効率的、経済的に行う手法として、下水汚泥の溶融処理システムについて、「下水汚泥広域処理事業（エースプラン）」の一環として建設された大阪南エースセンターの中心となっている、汚泥溶融設備の技術的な評価について、運転実績を踏まえて報告する。

2. 大阪南エースセンター主要施設の概要

2. 1 エースセンターの処理フローと計画汚泥量

下水汚泥広域処理場としての大阪南エースセンターは、大阪府をはじめ、堺市、泉北環境整備施設組合、泉大津市、岸和田市の要請団体の9ヶ所の下水処理場から、下水汚泥を受け入れており、現在は脱水ケーキとしての受け入れと圧送管による送泥の併用であるが、将来的には、すべて送泥となり、平成17年には、送泥量は8,900 m³/日と

なる予定である。図-1に処理場の現状の処理フローと、図-2. 1に平面図、図-2. 2に施設配置図及び施設概要、また、要請時におけるエースセンターの計画汚泥量及び搬入汚泥性状を表1に示す。

2. 2 汚泥溶融設備の概要

当設備は、1990年12月に供用開始となった。当センターでは、汚泥溶融設備として、表面溶融炉方式が採用されており、図-3で示すように、脱水ケーキとして受け入れる石灰系汚泥と場内処理された高分子系汚泥の混合処理が行われている。表2に主要設備の概要を示す。なお、表面溶融炉の構造を図-4に示す。

3. 運転結果と評価

3. 1 汚泥搬入量と処理量の実績

1991年度の汚泥搬入量及び処理量の実績を表3に、これをグラフ化したものを図-5に示す。

図-1 大阪南エースセンター処理フロー

図-2. 1 南大阪湾流域下水道北部処理場と大阪南エースセンター配置図

* 大阪府土木部下水道課長 Atsuhiko KIMURA

** 日本下水道事業団大阪支社事業部建設課長代理
Mamoru KAGAYAMA

*** 大阪府土木部下水道課設備係長 Teruo HISHIDA

処理施設一覧表

施設 番号	対象施設の名称	形状寸法等	数 量	
			2005年度	1990年度
1	管理棟	地上1階建 延床面積604㎡	1棟	1棟
2	受変電設備	高圧受電 (3φ 3W 6.6KV 60Hz)	1式	1式
3	自家発電設備	ガスタービン機関 1,250KVA (3φ 3W 6.6KV 60Hz)	1基	1基
4	受泥濃縮設備	遠心濃縮機 100㎡/時	6台	3台
5	最初沈殿池	巾4.0m×長15.0m×深3.0m	6池	2池
6	エアレーション タンク	巾8.2m×長57.0m×深10.0m	3池	1池
7	送風機	φ200×32㎡分×6,000mmAq×55kW φ300×64㎡分×6,000mmAq×110kW	2台 3台	2台 1台
8	最終沈殿池	巾4.0m×長27.0m×深3.0m	6池	2池
9	ろ過設備	上向流式ろ過池 巾4.2m×長4.0m×深16.8m	4池	3池
10	受変電設備	特別高圧受電 (3φ 3W 22KV 60Hz)	1式	—
11	ベルトプレス 脱水機	ろ布巾3.0m	3台	3台
12	遠心脱水機	30㎡/時	4台	1台
13	ケーキ貯留棟	地上4階 地下1階建 延床面積 3,826㎡	1棟	1棟
14	污泥乾燥機	間接加熱式伝熱面積 160㎡	8基	4基
15	溶融炉	表面溶融炉 25t DS/日 50t DS/日	2基 1基	2基 —
16	焼却炉	多段焼却炉 40t/日	1基	1基

図-2. 2 大阪南エースセンター施設配置及び施設概要

污泥の搬入量は、月平均1,061 tDS であり、処理量もほぼ同等である。なお、污泥（脱水ケーキ）の平均含水率は、約74%である。

この結果をみる限り、当設備は基本的に污泥受入量に対応して、污泥を処理してきたが、図-5 に明らかなように、污泥受入量の季節変動があり、特に12月には平均値の1割増の污泥を受け入れている。正月休み、定期検査等の休止日数を考慮し、綿密な年間の運転管理が必要である。

なお、1992年度の污泥搬入量は、月平均約1,300 tDS と1991年度と比較して、約25%増となっている。

3. 2 污泥処理量と稼働率

表4 に1990年～1992年度の代表的な污泥性状を示す。また、表5 は1991年度の各月ごとの処理污泥量と稼働率を示す。年間溶融脱水ケーキ量は約45,000 t、日平均溶融ケーキ量は約123 t/日であった。発生スラグ量は年間約4,000 t、日平均約11 t弱で、対ケーキ比減量率は約92%で、脱水ケーキ100 t に対する発生スラグ量は約8.8 t であった。

また污泥溶融炉の稼働は、污泥量の変動に対応して一部間欠運転となっているので、一概に最大限の稼働率ではないが、年間平均で1号炉は67.7%、2号炉は56.4%であった。エースセンターにおける当面の稼働率目標は78%であり、今後処理污泥量の増大を図るとともに、より長時間の連続運転が可能となるよう、技術的な工夫改善を図る必要があるが、含水率、発熱量、塩基度等の性状及び搬入量の異なる4種類の搬入脱水污泥に対し、ほぼ順調にプラントが稼働してきたといえる。

3. 3 乾燥機のもとめ

表6 に実負荷運転時の乾燥機運転データを示す。

污泥乾燥機的设计数値としての

① 蒸発係数（蒸発水分/伝熱面積）(kg/㎡h)

② 蒸気倍率（必要蒸気量/蒸発水分量）(kg/kg)

をパイロット実験時のデータと比較した。蒸発係数のデータを図-6 に示す。なお、パイロットプラント用の乾燥機は、本設備のものと同じ規模のものである。

図-6 に示すように、本設備での蒸発係数は、パイロット実験時と比較して低い値に止まっているが、この原因は污泥性状の相違、すなわち、粘度、繊維質の多少等に起因するものと考えられる。

現在、エースセンターでは、污泥搬入分が減少し、送泥分が年々増加していることによって、污泥の有機分が上昇している。これに伴って、乾燥機の蒸発係数が下降気味であり、今後污泥性状と乾燥機の性能についての相関を更に検討する必要がある。

表1 計画污泥量及び污泥性状

項 目	1990年度		1995年度		2000年度		2005年度	
	搬入ケーキ	生 污 泥	搬入ケーキ	生 污 泥	搬入ケーキ	生 污 泥	搬入ケーキ	生 污 泥
汚 泥 量	92.0	2,200	21.0	5,100	3.0	7,100	0	8,900
含 水 率 (%)	68.5	99.0	71.4	99.0	65.0	99.0	—	99.0
濃 度 (%)	31.5	1.0	28.6	1.0	35.0	1.0	—	1.0
V T S / T S (%)	51.0	75.7	68.4	71.3	57.1	70.9	—	70.0
D S 量 (t/日)	29.0	22.0	6.0	51.0	1.0	71.0	0	89.0

図-4 表面溶融炉の構造

表3 大阪南エスセンター汚泥搬入量および処理量の実績

年 月	汚泥搬入量 (t-DS/月)				汚泥処理量	
	高分子汚泥	石灰汚泥	乾燥汚泥	合 計	t-DS/月	t脱水汚泥/月
1991年 3月	305.8	973.7		1,279.5	—	—
4月	314.3	497.5	311.8	1,123.6	969.4	4,130.0
5月	308.0	458.7	302.1	1,068.8	1,104.1	4,248.6
6月	315.9	412.3	239.9	968.1	1,045.1	4,107.3
7月	285.1	482.5	241.4	1,009.0	978.0	3,274.6
8月	333.1	456.5	262.9	1,052.5	1,151.0	3,900.3
9月	262.3	399.2	237.2	898.7	795.0	2,876.3
10月	298.7	435.6	264.6	998.9	986.0	3,160.1
11月	362.6	476.4	258.9	1,097.9	936.0	3,555.4
12月	384.1	482.5	284.4	1,151.0	1,147.3	4,171.5
1992年 1月	359.8	424.5	231.3	1,016.1	839.0	3,154.9
2月	331.8	435.4	300.7	1,067.9	1,264.0	4,429.4
3月	722.2	492.8	297.9	1,512.9	1,260.9	4,885.0
合 計	3,861.5 ¹⁾	8,870.5 ¹⁾		12,732.0 ¹⁾	11,264.8 ¹⁾	41,008.0 ²⁾
平 均	321.8 ¹⁾	451.0 ²⁾	266.9 ²⁾	1,061.0 ¹⁾	1,024.1 ²⁾	3,728.0 ²⁾

注記 1) 1991年3月～1992年2月までのデータを用いている。
2) 1991年4月～1992年2月までのデータを用いている。

図-5 大阪南エスセンター汚泥搬入量及び処理量の実績

表4 エース脱水污泥成分分析値リスト

分析項目	年 月 日	1990 11. 8	1990 12月	同 左	1990 12. 24	1990 12. 25	1991 1. 31	1991 5. 21	1991 7. 11	同 左	同 左	1991 7. 15	1991 8. 12	1992 2月	1992 4月	同 左
水 分 (%)		80.7	79.1	42.2	73.0	72.6	77.9	72.39	78.0	75.1	34.0	75.8	76.9	97.6	73.43	73.56
V T S (%)		68.8	52.3	47.5	50.3	51.2	58.5	56.9	67.8	55.7	54.6	70.4	67.9	86.6	54.0	76.4
発熱量 (kcal/kg)		4,110	2,890	2,620	2,920	2,700	3,245	2,950						4,680	2,360	4,420
C (%)		37.4	28.3	26.85	27.6	26.5	30.5	29.2						45.5	26.2	40.8
H (%)		5.44	4.27	4.17	3.94	4.12	4.54	4.21						6.48	3.8	5.8
N (%)		5.63	3.80	3.32	3.06	3.31	3.84	3.14	5.17	2.56	2.39	5.07	4.30	6.34	3.4	4.6
O (%)		19.34	15.94	13.16	14.63	17.11	19.08	20.36						27.0	18.2	23.7
T-S (%)		8.15	1.52	1.18	1.84	1.5	1.97		2.15	1.02	0.69	2.59	3.2	0.96	1.3	1.4
V-S (%)		0.97			0.11	0.02	0.04	0.13						0.90	0.4	1.2
T-Cl (%)		1.74	4.05	2.52	3.07	3.92	3.20		0.64	1.64	1.93	0.61	0.48	0.40	2.6	3.1
V-Cl (%)		0.65			1.3	0.09	0.42	0.14						0.39	2.0	0.3
CaO (%)		2.76	21.42	32.34	28.28	29.68	23.94	16.45	5.36	21.04	31.1	5.42	4.98	1.96	17.6	3.40
SiO ₂ (%)		8.32	9.22	5.53	8.15	7.51	7.69	8.94	10.4	9.94	5.23	11.5	8.46	3.04	3.15	2.37
Al (%)		1.72	0.67	0.87	0.75	0.75	0.83	2.04	2.17	1.43	1.43	1.92	2.17	0.79	0.95	1.89
Fe (%)		1.25			6.09	6.23	6.28	6.37	3.2	5.64	5.35	3.31	4.01	0.38	8.33	2.21
Mg (%)		0.67			0.40	0.39	0.44	0.82	0.33	0.21	0.27	0.30	0.64	0.30	0.35	0.26
K (%)		0.41			0.12	0.11	0.14	0.19	0.29	0.17	0.16	0.3	0.21	0.64	0.13	0.19
Na (%)		1.14			0.44	0.15	1.12	1.00	0.46	0.16	0.16	0.49	0.40	0.44	0.15	0.23
T-Cr (mg/kg)		605			205	165	370	480	610	330	260	630	660	25	270	340
Cd (")		3.9			18.9	8.2	15.4	97	180	<0.1	<0.1	130	110	<0.1	10.3	33.6
Pb (")		140			270	87.1	195	470	1,230	150	<0.1	910	1,170	50	150	510
Zn (%)		0.65			0.3	0.15	0.28	0.46	0.87	0.13	0.083	0.66	1.0	0.05	0.164	0.455
Mn (mg/kg)		310			560	575	510	560						120	510	350
Cu (")		435			645	675	825							830	440	
T-Hg (")		0.20			1.13	0.33	1.44	0.98	7.35	0.70	0.557	5.81	6.2	0.92	0.84	4.27
As (")		17			2.5	1.75	78.4	4.92						<0.5	<0.5	<0.5
CN (")		<0.5			<0.5	<0.5	6.63	2.39						<0.5	1.81	0.38
P (%)		1.51	1.22	1.06			1.42	1.03	1.64	1.09	1.04	1.46	1.89	1.61	1.12	1.47
粗 せん 維 (%)			2.88	2.69			77.9	5.58						10.6	5.36	12.4
粗 脂 肪 (%)			4.00	2.07			5.79	6.99						9.5	3.24	9.22
粗たんばく (%)			20.5	17.2			20.75	21.06						39.4	20.1	25.9
汚 泥 種		高分子	三 宝	石 津	三 宝	三 宝	混 合	混 合	高分子	三 宝	石 津	高分子	高分子	泉 北	三 宝	高分子
混合比 (高分子 : 石灰系)		-	-	-	-	-	4 : 6	4 : 6	-	-	-	-	-	-	-	-

表5 大阪南エースセンター汚泥処理量と稼働率

	1991.4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1992.1月	2月	3月	合 計
脱水污泥処理量 (トン)	4,130.0	4,248.6	4,107.3	3,274.6	3,900.3	2,876.3	3,160.1	3,555.4	4,171.5	3,154.9	4,429.4	4,041.4	45,049.4
ds 処 理 量 (トン)	969.4	1,104.1	1,045.1	978.0	1,151.0	795.0	986.0	986.0	1,147.2	839.0	1,264.0	1,131.6	12,396.4
稼 動 日 数 (注1) (日)	28	30	29	27	25	24	22	23	24	20	26	25	
稼 動 率 1 (注2) (%)	64.6	71.2	69.7	63.1	74.3	53.0	63.6	65.7	74.0	54.1	87.2	73.0	ave. 67.7
稼 働 率 2 (注3) (%)	53.9	59.4	58.1	52.6	61.9	44.2	53.0	54.8	61.7	45.1	72.6	60.8	ave. 56.4
備 考			定 検	定 検									

注記 1. 立上げ、立下げに要した日数は含まない。1基のみ運転も稼働日数とする。

2. DS処理量/(定格処理量=25tDS/日)×2基×日数/月

表6 汚泥乾燥機運転データ

	RUN 1	RUN 2	RUN 3	備 考
1. 汚 泥 種	高分子系	石灰系	混合 (注)	(注) 高分子系: 石灰系=40 : 60
2. 脱水汚泥性状				
(1) 水 分 (%)	79.8	76.8	76.6	
(2) 有機分 (")	63.5	59.3	53.0	
3. 運 転 結 果				
(1) 乾燥汚泥水分 (%)	23.4	43.7	27.5	目標 20~30%
(2) 処 理 量 (kg/h)	2,700	2,600	3,200	
(3) 水分蒸発量 (kg/h)	1,988	1,529	2,167	定格 1.716kg/h
(4) 蒸気使用量 (kg/h)	2,800	2,300	3,150	
(5) 蒸 気 倍 率 (-)	1.41	1.5	1.45	
(6) 蒸 発 係 数 (-)	9.9	7.6	10.3	
(7) 蒸 気 圧 力 (K)	6.5	6.8	6.4	

(RUN 1. 2. 3 については測定日が異なる)

図-6 脱水ケーキ投入量と蒸発係数⁽³⁾

図-7 蒸発水分量と蒸気倍率³⁾

図-7に蒸気倍率のデータを示す。図に示すように、本設備では、パイロット実験時と比較して蒸気倍率が低い。すなわち、熱効率が良い結果となっている。これは、パイロットプラントと本設備の保温仕様の違い等によるものと考ええる。

エースセンターでは、9ヶ所の異なる処理場から汚泥を受け入れており、しかも、脱水方法も異なる汚泥であるため、汚泥性状の変動が大きい。従って、乾燥機の運転については、汚泥性状分析、運転データの検討等綿密な運転管理を続行していく必要がある。

3. 4 溶融炉のまとめ

表7に実負荷運転時の溶融炉の運転データを示す。

表7に示すとおりRUN1～3のいずれの場合も定格処理量を上まわった運転であり、現在も順調に運転されている。そこで、パイロットプラントの運転からのスケールアップの整合性について以下にまとめた。

表面溶融炉のスケールアップ因子は、主として炉床負荷と主燃焼室負荷である。主燃焼室負荷は、炉床面積が決定できれば、炉形状の検討により付随的に決定できるので、結論的には、炉床負荷によって溶融炉の大きさが決定できる。

炉床負荷は、パイロットプラントの実験の結果、図-8に示すように、有機物負荷が律速となっており、エースの設計条件である有機分70%の場合、炉床負荷は38

図-8 各炉床負荷に与える有機分の影響

～58kg/m²hであった。

パイロットプラントの運転実績から、本設備の炉床負荷を38kg/m²hとして、炉寸法(炉の内径)を決定した。計算結果は次のとおりである。

汚泥処理量: 1,042kgDS/h

炉床面積: 1,042/38=27.4m²

内径寸法(D): $\pi/4 D^2 = \pi/4$ (スラグポート径)² = 27.4

スラグポート径を1mとすると

D=5.99(m)

以上の計算結果より炉の内径を6mとして決定した。この数字は、汚泥の有機分を70%と想定した場合の最も安全サイド(炉床負荷の最小値を採用した場合)の値であり、石灰系汚泥の場合あるいは、石灰系汚泥と高分子系汚泥との混合汚泥の場合にも有機分が減少するので、設計値としては、より安全サイドのスケールアップといえる。

さらにパイロットプラントで実証された空気分散効果を十分に発揮させた運転を行えば、スケールアップの幅が1:2と小さいこともあり、処理能力を30t/日DS以上の運転も可能である。

パイロットプラントとエースプラントの設計条件をまとめると表8のとおりである。

なお、表面溶融炉のパイロットプラントを含めたスケールアップの経過を図-9にまとめる。

3. 5 溶融炉の課題

溶融処理の課題の一つとして、低沸点物質が共有錯

表7 汚泥溶融炉運転データ

	RUN 1	RUN 2	RUN 3	備 考
1. 汚 泥 種	高分子系	石灰系	混合(注)	(注) 高分子系: 石灰系=40:60
2. 脱 水 汚 泥 性 状				(注) 塩基度調整後
(1) 含水率(%)	13.0	5.4	20.0	
(2) 灰 分(%)	39.2	49.0	49.8	
(3) 有機分(%)	60.8	51.0	50.2	
(4) 高位発熱量(kcal/kg)	3,631	2,815	2,908	
3. 運 転 結 果				
(1) 主室温度(°C)	1,400	1,370	1,340	
(2) スラグ量(kg/h)	409	520	560	
(3) 処理DS量(kg/h)	1,076	1,093	1,160	定格 1,040kg/h
(4) 灯油使用量(ℓ/h)	0	64	48	

表8 パイロットプラントと本設備の設計値比較

	パイロットプラント	本 設 備
汚泥処理量	12.5tDS/日	25tDS/日
炉 床 負 荷	38.7kg/m ² h	38kg/m ² h
炉 床 面 積	13.5m ²	27.5m ²
炉 内 径	4.2m	6.0m
燃 焼 負 荷	24.5×10 ⁴ kcal/m ²	12.5×10 ⁴ kcal/m ²

図-9 表面溶融炉スケールアップの経過

塩となり溶融炉以後のダクトやボイラー等に付着し、炉の運転ができなくなることがあげられる。過乾燥によるダストの飛散問題は、乾燥機において乾燥污泥含水率を20%以上に制御することにより一応解決したが、さらに二次煙道のダスト堆積閉塞を増長させる要因として①ボイラダストの炉への循環による低沸点金属の濃度の増加②ボイラーにおけるスートブロー時の炉内圧変動による二次煙道空気の流れの乱れ等が考えられる。そこで熱流体解析により二次室及び二次煙道内の空気とダストの流れのシミュレーションを実施した。図-10. 1, 10. 2, 10. 3にその結果を示す。図-10. 1が廃ガスの流れ、図-10. 2がダストの流れ、図-10. 3が溶融スラグの流れである。ダスト及びスラグの流れでみると粒形が大きくても、二次煙道での堆積はおこっていないが、ガスの流れから考えると煙道の下部に廃ガスが衝突しており、ここで金属塩等のヒューム状のものが凝縮堆積する可能性が考えられる。そこで二次煙道ダスト対策として、スートブローによる堆積物を吹き飛ばし、強制的に系外に取り出せる構造に改造した。この結果、100日以上連続運転が可能となった。

3. 6 用役費のまとめ

表9に、パイロットプラントとエース本プラントの用役費の実績値を示す。パイロットプラントは、約1年6か月に渡って、高分子系污泥と石灰系污泥について溶融実験を繰り返したが、本表に示す数値は代表的な高分子系污泥2種類と石灰系污泥3種類の合計5種類の污泥を用いた実験データの平均値である。

エース本プラントの1991年度運転結果は、1991年度

図-10. 1 スラグポート各部よりのガス流水の軌跡

図-10. 2 スラグポート中心より落下するダストの軌跡

図-10. 3 スラグポート各部より落下するスラグの軌跡

の約1年間の運転年報からのデータであり、処理対象污泥量は、石灰系と高分子系両污泥との合計である。ただし、表9の注1で説明しているように、本データは炉の立ち上げ時の用役費を除いたデータを示して、他のケースと比較できるように処理している。

なお、各用役費の単価は、大阪南エースセンターで採用されている単価を用いている。また、ボイラ用薬品、脱硝用アンモニア、廃水処理費等はパイロットと本プラントでは条件が異なるので本表では割愛している。

3. 6. 1 エース本プラントの実負荷運転時と1991年度実稼働運転の比較

両ケースの高位発熱量はほぼ同一であり、従って污泥の保有熱量がほぼ同一と考えると、含水率の違いがあるものの、合計値としては、ほぼ等しい用役費であり、当然の結果となっている。しかしながら、実負荷

表9 大阪南エースセンター用役費のまとめ

	パイロット プラント	大阪南エースセンター		用役の単価
		実負荷運転時	1991年度 運転結果 ^(注1)	
1. プラント規模	12.5tDS/日	25tDS/日×2 炉		
2. 脱水污泥平均含水率	平均 77%	平均 78%	平均 74%	
3. 高位発熱量	平均 3,660 kcal/kg	平均 3,120 kcal/kg	平均 3,100 kcal/kg	
4. 用役費				
(1) 灯 油	12,100円/tDS	5,800円/tDS	6,600円/tDS (^(注2) 5,940)	30 円 / ℓ
(2) 電 力	8,830円/tDS	12,400円/tDS	13,060円/tDS (11,750)	20円/kwh
(3) 上 水	817円/tDS	525円/tDS	351円/tDS (316)	150円/㎡
(4) 工 水		362円/tDS	644円/tDS (580)	23円/㎡
(5) 砂ろ過水	996円/tDS	1,820円/tDS	2,680円/tDS (2,410)	20円/㎡
(6) ケイ砂	1,250円/tDS	621円/tDS	198円/tDS (178)	11.4円/kg
(7) 消石灰	(^(注3) 326)	(^(注3) 90)	—	20円/kg
(8) 苛性ソーダ	3,410円/tDS	—	—	50円/kg (48%濃度)
(9) 水酸化 マグネシウム	—	945円/tDS	538円/tDS (434)	11.3円/kg (30%濃度)
合 計	27,400円/tDS	22,500円/tDS	24,100円/tDS (21,600)	

(注1) 本データは、1年間の運転実績値の平均値であり、平均して毎月1回の炉立上げ用の用役費が含まれる。

(注2) 従って、炉立上げ所用日数を3日とすると、炉立上げ用を除く補足用役費は、概略90% [(30-3)/30×100=90] と計算できる。

(注3) パイロットプラントと実負荷運転時の塩基度調整剤、すなわちケイ砂と消石灰の使用実績は、高分子系污泥単独時、あるいは石灰系污泥単独運転時を含んでいるため、それぞれの場合の平均値を記載している。従って、合計値の計算上は、1991年度の運転結果と比較するため、ケイ砂分のみを採用した。

運転時は、建設業者の熟練した運転員が運転した結果であることを勘案すると、1991年度の運転管理が比較的うまく行っていると考えられる。

3. 6. 2 パイロットプラントと本プラントとの比較

溶融プラントの用役費の80%以上を灯油と電力費が占めるので、この2項目に注目する。パイロットプラントの場合、電力費は本プラントに比較して8,830円/tDSと、4,000円低い値となっている。これは、パイロットプラントが污泥受入設備、用役設備等を可能な限り簡略化した限界設計としたためで、污泥を処理するための最低電力費と考える。

一方、灯油量の差は、本プラントでは図-11に示すように、主燃焼室の空気分散の効果による污泥燃焼の効率が上がった結果が主である。溶融炉の大型化の最も重要な項目は、主燃焼室の空気分散方法であり、こ

図-11 空気分散の効果

表10 溶融設備用役消費量(1ヶ月合計値)

項 目		本 設 備	Fプラント
炉 規 模		25tDS/日×2 系列	5.3tDS/日
污泥処理量 (t-DS)		1,151	115
ス ラ グ (t)		352	26
溶融炉運転日数 (日)		25	23
用 役 消 費 量	オ イ ル 使用量 (ℓ)	241,600 (210)	28,000 (243)
	電 力 使用量 (kwh)	706,230 (614)	92,500 (804)
	上 水 使用量 (㎡)	2,617 (2.27)	370 (3.2)
	工 水 使用量 (㎡)	32,920 (28.6)	19,800 (172)
	薬 品 使用量	54,000kg (46.9kg)	5,200 ℓ (45.2 ℓ)
	砂ろ過水 使用量 (㎡)	160,430 (139)	—
	珪 砂 使用量 (kg)	11,000 (9.6)	—
	合 計 金 額 (円)	26.5×10 ⁵ (23,000)	3.41×10 ⁶ (29,600)

() 内 : tDS 当りを示す

れを最適に設計することにより、負荷の向上と燃料の低減をはかることができた。

3. 6. 3 他のプラントとの比較

本設備と他のプラントの用役消費量を表10に示す。

本設備の用役費のほとんどを灯油と電気代が占めているが、用役費の合計を同じ表面溶融炉を採用しているFプラントと比較してみると、本設備の方が約23%低い値であることがわかる。本設備は、処理量でFプラントの約10倍の規模であるので、スケールメリットが生かされた結果と評価できる。

4. ま と め

下水污泥の処理は、その最終形態を環境に還元し、廃棄物として処分しないことを目指さなければならない。とくに大都市周辺部においてはその処分地の確保は、不可能に近く、今後このような污泥再利用の技術

が求められていくものと考えられる。下水汚泥溶融処理システムの実用化については、大阪南エースセンターの実用プラント（25 tDS/日×2基＝50 tDS/日）の設計に当たり、今後の下水汚泥処理を処分地の要らない汚泥処理プロセスの採用を基本とし、すでに開発が進んでいたコークスベット式下水汚泥溶融炉に替わる、オイルを燃料とする溶融炉の開発の一環として、表面溶融炉の開発を行ってきた。大阪南エースの実用プラントは、1990年11月の施設完成後、約3年を経過したが、主要機器である乾燥機と表面溶融炉が、初期トラブルを経験したものの、いずれの汚泥であっても年間平均で約130 t/日の脱水汚泥が焼却溶融されており、1日約14 t、年間で約5,000 tのスラグが生産されている。このことから表面溶融炉は、定格の処理能力を発揮し所定の汚泥を焼却溶融できることが証明され、また、燃料消費量についても計画値以内であることが確認できた。

また、1991年度の1年間の処理汚泥量は、計画値の約75%（1,061 tDS/月）であり、これらのことから大阪南エースセンターの表面溶融プロセスが、設計どおりの性能を発揮することが確認された。溶融炉については、パイロットプラント等からのスケールアップが計画どおりに推進され、予定どおりの性能が得られ、更に、大型化へのスケールアップが可能となる。

下水汚泥の溶融プロセスは、大きく分けて、コークスを熱源とするコークスベット式溶融炉、オイルを熱源とする表面溶融炉、巡回溶融炉、電気を熱源とするアーク炉等がある。特に、表面溶融炉は、オイルを燃料とする溶融炉として、その大型化の技術が大阪南下水汚泥広域処理事業を機会にここに確立され、大型溶融炉の実用化がなされたことは、今後の下水汚泥処理が焼却処分から処分場の要らないプロセスとして、汚泥の再利用に大きく貢献するとともに、水環境の保全ばかりでなく、廃棄物処分地を必要としないシステムとして広く自然環境の保全に貢献するものと思われる。

大阪南エースセンターにおいては、汚泥はスラグ生産の原料となっており、そのスラグは道路路盤材、歩道用ブロックの材料、テニスコートの材料、埋め戻し材等として広く再利用されており、今後は下水汚泥を

廃棄物としてみるのではなく、スラグ生産の原料、また、将来の熱利用を考えた場合の熱源として、その価値が見直され、下水汚泥をこれらの原料として考えていくことになるものと思われる。

しかしながら、エースセンターの特徴である、汚泥性状の変動に対する乾燥機能力の追随性、返流水処理特性、また設備上からも、乾燥機過乾燥、二次煙道ダスト堆積、廃熱ボイラダスト閉塞等が課題となっている。これらは、あらゆるタイプの、他の汚泥溶融炉に共通する問題であり、特に、低沸点物質によるダスト対策が溶融炉には必要であると考えられる。これらの課題については、今後とも調査、検討を継続していくつもりである。

なお、汚泥溶融プロセスは、そのスラグ、熱等の利用技術が確立され、再利用が一定の水準で行われて、はじめて、溶融技術の確立もされるのであるが、スラグ等の利用技術は、今その途についたばかりであり、今後のスラグ等の利用技術開発が望まれるところである。

参 考 文 献

- 1) 日本下水道事業団：「大阪南エースセンター運転管理データ」(1992), (1993)
- 2) 日本下水道事業団：「大阪南下水汚泥広域処理場実負荷運転実施報告書（汚泥溶融炉設備）」(1991)
- 3) 木村淳弘，平石光弘，長谷川俊和：「大阪南エースセンターにおける汚泥溶融処理」環境衛生工学研究部 No. 7 Vol. 3 (1993)
- 4) 木村淳弘，清水 治，滝口秀則，古北 克：「溶融炉のスケールアップについて」京都大学環境衛生工学会第12回シンポジウム講演論文集 (1990)
- 5) 木村淳弘，松井 清，清水 治，平岡正勝：「下水汚泥溶融処理システムの運転評価」京都環境衛生工学会第13回シンポジウム講演集 (1991)
- 6) 清水 治，古北 克：「表面溶融法による下水汚泥の溶融処理」月刊下水道 Vol. 12, No. 2 (1989)
- 7) 清水 治，滝口秀則，古北 克：「溶融炉の大型化について」第27回下水道研究発表会講演集 (1990)
- 8) M. Hiraoka, A. Kimura 他：「Operation results of the sewage sludge melting system and estimation of scale-up method for the reflector type melting furnace」第17回 IAWQ Biennial International conference, Budapest 1994. 7. 24-30.