

下水汚泥濃縮乾燥技術の 実用化研究

1. 研究目的

汚泥の溶融処理プロセスでは、大量の熱エネルギーが発生し、その一部は一次空気の予熱や脱水ケーキの乾燥に用いられているものの、まだかなりの余剰熱エネルギーがある。大阪府の実績においても、現状のプロセスでは全体の約40%がこの余剰熱エネルギーとなっている。このため、熱エネルギーをより有効に利用できる技術の開発が望まれている。

本研究の対象とする技術は、汚泥を遠心濃縮脱水機で脱水した後、遠心薄膜乾燥機により乾燥し溶融炉に供給するもので、濃縮と脱水を一体化することで汚泥処理工程が簡素化されるとともに、比較的高含水率の汚泥の乾燥に適した乾燥機の採用で、溶融炉において発生する熱エネルギーの有効利用と、濃縮脱水における凝集剤の低減をはかるものである。

本研究は、新技術活用モデル事業として平成6年度～9年度の4ヶ年にわたって、大阪府と財団法人下水道新技術推進機構が共同で実施するもので、上記技術について、設計手法、運転管理手法等の評価を行い、実用化のための手法を確立することを目的とするものである。

2. 研究内容

本実用化研究の研究項目は以下のとおりである。

- (1) 汚泥処理プロセスの簡素化及び省スペース化
- (2) 溶融炉からの余剰熱エネルギーの有効利用
- (3) 汚泥処理プロセス運転経費の節減

本年度は、実設備（80t/日汚泥溶融設備）を大阪府安威川流域下水道中央処理場に建設し、本技術について各装置の性能評価を確認するとともに、

- ① 前年度に実証実験設備で得た技術データとの比較検討
- ② 汚泥性状等各種条件の変動に対する運転管理手法の確認
- ③ エネルギー利用・経済性評価のためのデータ取得

を実施した。

また、実証実験機を用いた乾燥機の摩耗に対する耐久性実験もあわせて行った。

3. 研究結果

3.1 実験工程及び内容

表-1に本年度実施した実験工程を示した。

表-1 実験工程

項目	平成8年度											
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
実験項目	乾燥機の摩耗に対する耐久性実験						実機による性能評価実験					
							冬季データ					
							まとめ					
実験結果に基づく本システムと従来システムとの比較 (中間報告)												

実験は、遠心薄膜乾燥機の耐久性実験、実機による冬季データにおける性能評価実験を行った。

主な実験項目を以下に示す。

3.1.1 遠心濃縮脱水実験

(1) 基本性能の調査、確認

① ダム選定及びダムの影響調査

2P～6Pの範囲でダムを変えて、ダム種類によるケーキ含水率、SS回収率の影響を調べ適正ダムを選定した。

② 薬注率の影響調査

0.2～0.5%の範囲で薬注率を変化させて、ケーキ含水率、SS回収率の影響を調べ、適正薬注率を決定した。

③ 差速の影響調査

3～12rpmの範囲で差速を変化させて、ケーキ含水率、SS回収率への影響を調査した。

④ 汚泥供給量の影響調査

300～500kg-DS/Hの範囲で汚泥供給量を変化させて、ケーキ含水率、SS回収率への影響を調査した。

⑤ 遠心力の影響調査

1,500～2,000Gの範囲で遠心力を変化させて、ケーキ含水率、SS回収率への影響を調査した。

(2) 運転操作性の調査、確認

① 差速一定制御運転の調査

差速を一定に制御する運転を行い、運転の安定性を調査した。

② トルク一定制御運転の調査

トルクを一定に制御する運転を行い、運転の安定性を調査した。

3.1.2 遠心薄膜乾燥実験

(1) 基本性能の調査、確認

① 脱水ケーキ供給量の影響調査

脱水ケーキ含水率を約85%、ブレード回転数を450rpmとした時に、脱水ケーキ供給量を200～500lit./hの範囲で変化させ、乾燥ケーキ含水率への影響を調査した。

② ブレード回転数の影響調査

脱水ケーキ含水率を約85%、脱水ケーキ供給量を350lit./hとした時に、ブレード回転数を450～490rpmの範囲で変化させ、乾燥ケーキ含水率への影響を調査した。

(2) 分配性能の調査、確認

定格運転時（脱水ケーキ含水率：約85%、脱水ケーキ供給量：350lit./h、ブレード回転数：450rpm）において、分配機により2台の乾燥機に供給されるケーキ量が等分化されていることを、

乾燥ケーキの性状（含水率、排出量など）により確認する。

(3) 運転性能の確認

脱水ケーキ含水率を約85%、ブレード回転数を450rpmと設定し、暖機運転完了後、脱水ケーキを実証機で得られた供給パターン（175lit./hまで一気に立上げ、その後25分で350lit./hまで増加）で供給し、安定状態に達するまでの乾燥ケーキ含水率の変動を確認する。

(4) 消費蒸気量、消費電力の確認

定格運転時の消費蒸気量、消費電力量を確認する。

(5) 連続運転性能の確認（乾燥機の系列単位の確認）

定格運転時の連続運転データを採取し、乾燥性能の安定性を確認する。本試験項目は乾燥機の系列単位で行う。

(6) 発生蒸気量の確認

定格運転時の連続運転データから、溶融炉の発生蒸気量を確認する。

3.2 対象汚泥

安威川中央処理場では、A-1系とA-2系の水処理設備があり、両系列の引抜き汚泥をA-2系の重力濃縮設備および、遠心濃縮設備で一括濃縮処理している。

本プロセスは、初沈汚泥と余剰汚泥の混合生汚泥（濃度約1%）を対象としており、対象汚泥としてはA-1系の混合生汚泥を用いるのが好ましいが、プラント全体の総合試運転に合わせてデータを採取したため、A-1系・A-2系の混合汚泥（濃度約3～4%）を実験対象汚泥とした。

3.3 実験結果

3.3.1 乾燥機の摩耗に対する耐久性実験

(1) 含水率の高い上段部及び乾燥汚泥が既に剥離している下段部で摩耗量が少なくなっており、摩耗量が乾燥汚泥の挙動に影響を受けていることがわかった。

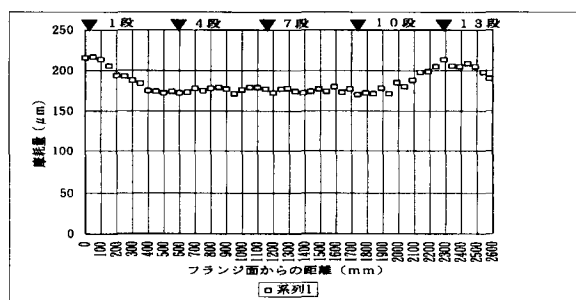


図-1 伝熱ジャケットのタングステンカーバイト被膜厚さ

(2) ブレードの7~10段は、1年毎にギャップ確認が必要と思われ、また、3年間で摩耗量が1.5mmになると推定されることから、3年間で交換する必要があると考えられる。

3.3.2 遠心濃縮脱水機における性能評価実験

(1) 表-2に供給汚泥の性状分析結果(冬季)を示す。

TSが3.26~4.78%(平均4.26%)と小型機実験時より高い値を示した。VTS/TSは72.6~77.7%(平均76.2%)と混合生汚泥としては一般的な値であった。

表-2 供給汚泥の性状分析結果(冬季)

汚泥種類	混合汚泥	
採取日	12月5日	12月10日
T S (%)	4.78	4.48
全サンプルTS (%)	3.26~4.78	
平均 (%)	(4.26)	
SS (mg/l)	41,000	40,300
VTS/TS (%)	76.5	77.7
全サンプルVTS/TS (%)	72.6~77.7	
平均 (%)	(76.2)	
VSS/SS (%)	77.3	79.9
粗浮遊物 (%)	12.7	10.5
粗タンパク (%)	36.0	41.1
粗脂肪 (%)	0.4	0.6
砂分 (%)	2.3	1.7
BOD (mg/l)	27,000	18,000
COD (mg/l)	14,000	16,000

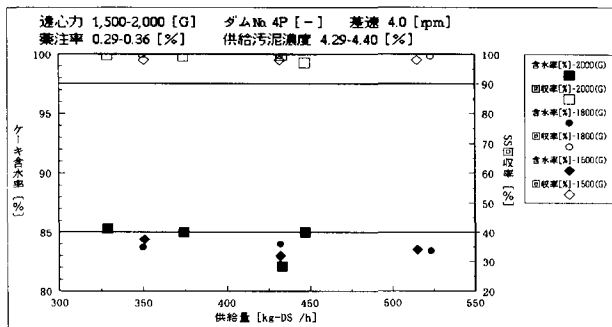


図-3 供給量とケーキ含水率, SS回収率の関係

(4) 遠心力の影響

遠心力を1,500~2,000Gまで変化させてもケーキ含水率, SS回収率は安定しており, 良好であった。小型機による通年実験結果を含めて考慮し, 遠心力は処理能力に余裕のある2,000Gに設定した。

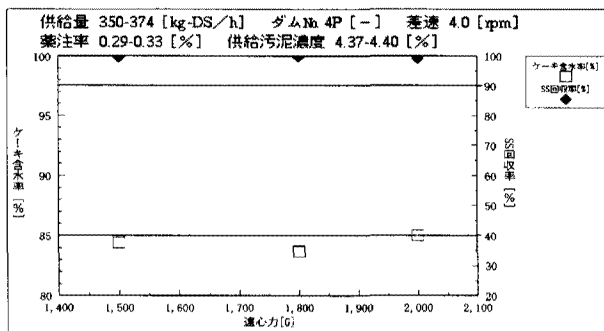


図-4 遠心力とケーキ含水率, SS回収率の関係

(2) ダムの影響

本実験ではダム深さによって処理性能に差はみられなかった。小型機実験を含めて総合的に判断し, 4Pを適正ダムとした。

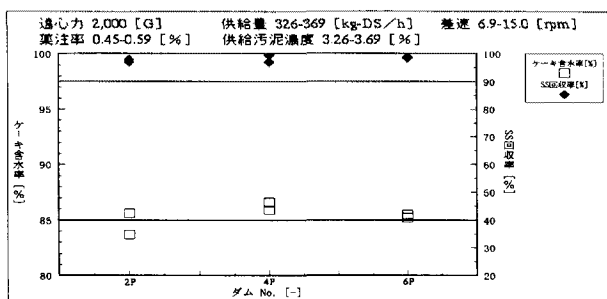


図-2 ダムとケーキ含水率, SS回収率の関係

(5) 差速の影響

差速を小さくすると, ケーキ含水率は低下する傾向にある。

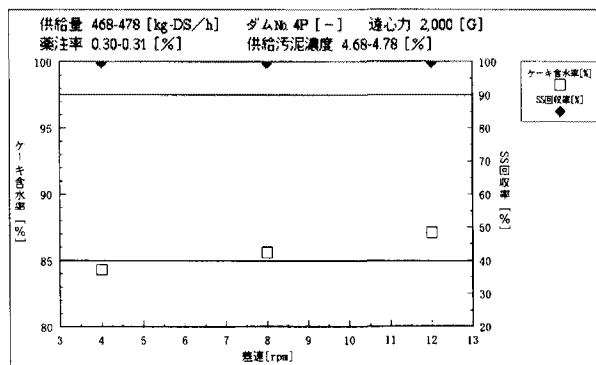


図-5 差速とケーキ含水率, SS回収率の関係

(3) 汚泥供給量の影響

実験範囲内では汚泥供給量を変えてもケーキ含水率, SS回収率ともにほとんど変化せず, 標準処理量360kg-DS/H以上でも良好な処理が行えた。

(6) 薬注率の影響

薬注率が低いとケーキ含水率が高くなり, SS回収率が低下する傾向にある。また, 薬注率が0.35%以上であれば, 良好な処理を行うことがで

きる。この値は小型機の実験結果と同等である。

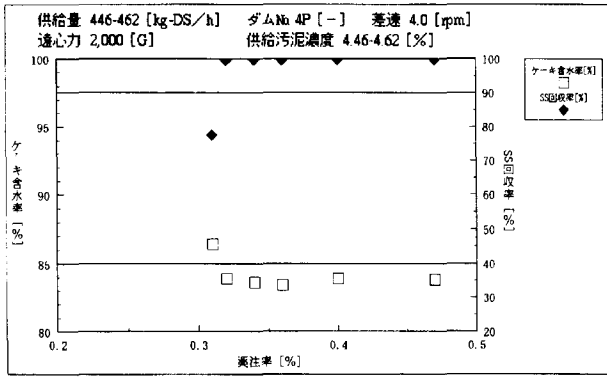


図-6 薬注率とケーキ含水率, SS回収率の関係

(7) 運転操作性の確認

運転操作性確認のため、差速一定制御、トルク一定制御の両方式について実験を行った。両方式ともに安定した運転を行うことができたが、トルク一定制御運転は設定トルクを頻繁に変えなければならない可能性があり、差速一定制御運転の方が長期間連続運転に適している。

3.3.3 遠心薄膜乾燥機における性能評価実験

遠心薄膜乾燥機は全部で12台設置されており、それをA系列, B系列の2系統に分けて実験を行った。

(1) 脱水ケーキ供給量と乾燥ケーキ含水率の関係

200lit./h付近の低流量域における過乾燥傾向が少ないという特性を示しており、混合汚泥を対象とした昨年度と同じ結果が得られた。また、各乾燥機間のバラツキも5%程度に収まっており、安定した乾燥処理が行えている。

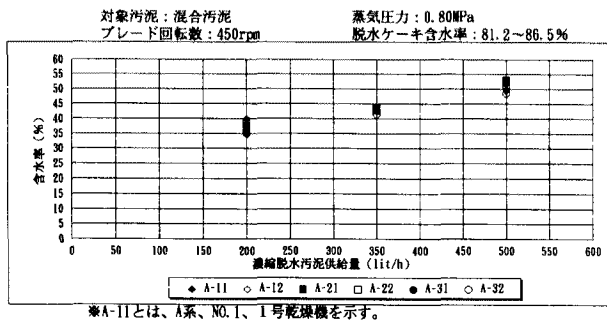


図-7 乾燥機の乾燥特性 (A系)

(2) ブレード回転数と乾燥ケーキ含水率の関係

ブレード回転数を上げることで、乾燥ケーキ含水率を低減する効果は認められるが、顕著な効果は現れなかった。

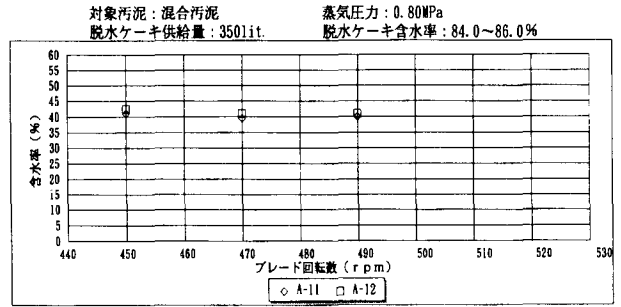


図-8 回転数の影響 (A系)

(3) 分配機性能

A系乾燥機, B系乾燥機を構成する各乾燥機間の乾燥ケーキ含水率のバラツキは5%以内に収まっており、脱水ケーキ供給量を均一化する分配機の性能が確認できた。

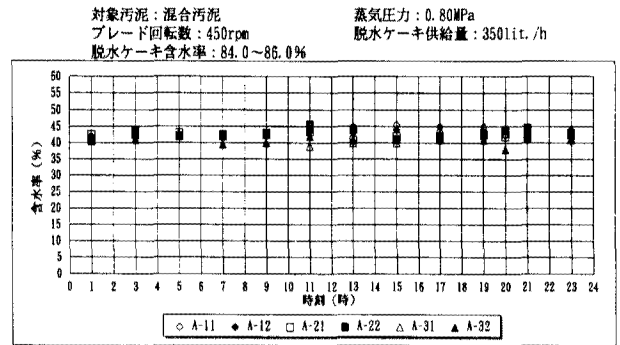


図-9 乾燥機の分配性能 (A系)

(4) 運転性能

脱水ケーキ供給後、約30分で安定処理に達しており、良好な立ち上がり特性を示している。

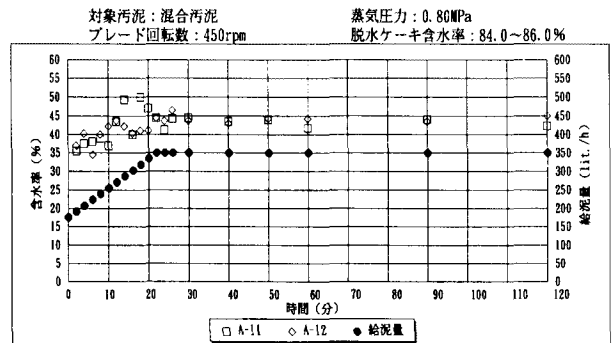


図-10 立ち上がり特性 (A系)

(5) 消費蒸気量

蒸気倍率は、1.2~1.5 (平均値1.34) となり、昨

年度の試験結果と同等であった。

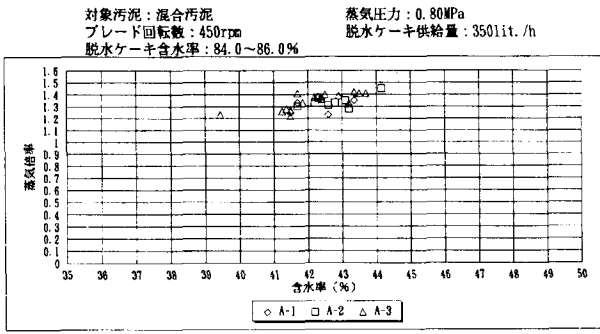


図-11 乾燥機の蒸気倍率 (A系)

(6) 消費電力

モータ消費電力は、乾燥ケーキ含水率40～45%で30～35kwとなり、昨年度の1台運転で得られた16～18kwに対応した数値となった。

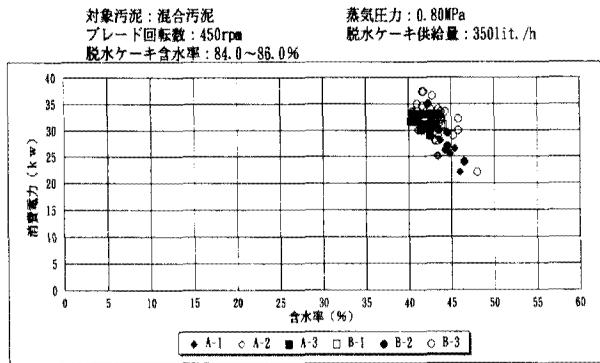


図-12 乾燥機の消費電力

(7) 連続運転性能

定格運転条件 (350lit./h供給, 450rpm) における24時間連続運転の結果, A系乾燥機, B系乾燥機ともに排出される乾燥ケーキ含水率の変動は, 3%以内に収まっており, 安定した乾燥処理が行えた。

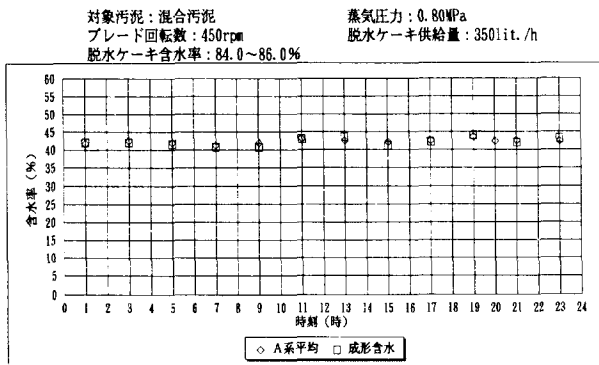


図-13 乾燥機の安定性 (A系)

3.4 返流水負荷

遠心濃縮脱水機の分離液, 乾燥排ガスのスクラパー排水ともに, 返流水への負荷は小さい。

3.5 本システムと従来システムの比較

本年度は, 比較を行うための検討項目について検討を行い, 以下の項目に基づいて来年度検討を行うこととした。

- (1) 検討フロー
- (2) システムの基準処理量
- (3) 経済性の評価

3.6 システム全体としての運転操作性

- (1) 遠心濃縮脱水設備及び遠心薄膜乾燥機ともに昨年の実証実験で得られた結果と同等であった。
- (2) 濃縮脱水機の分離液及び乾燥機の排ガス中の固形分とともに少なく, 実証実験の結果と同様に返流水負荷は小さい
- (3) 乾燥設備～溶融設備系の蒸気バランスは成立している。

4. 今後の予定

4.1 実機による性能評価実験

平成9年度は, 今年度行った実機による冬季データの採取に引き続き, 春季, 夏季データの採取を行い, 実証実験結果と比較検討を行う。

4.2 実験結果に基づく本システムと従来システムとの比較, まとめ

平成8～9年の冬季, 春季, 夏季の性能評価実験結果に基づき, 実機における本システムと従来システムの経済性の検討を行う。

4.3 設計手法の見直し, 運転管理手法の確立

平成8～9年の冬季, 春季, 夏季の性能評価実験結果に基づき, 平成6年度に作成した設計手法の見直しと運転管理手法の確立を行う。

●この研究に関する問い合わせは 研究第一部長 山根 昭
研究第一部主任研究員 市野 繁明
研究第一部研究員 平野 裕司