

### Ⅲ-4 汚泥蒸発乾燥設備の評価に関する報告書

昭和54年8月6日

日本下水道事業団技術評価委員会

## 汚泥蒸発乾燥設備の評価に関する報告書

(まえがき)

汚泥蒸発乾燥設備は、多重効用蒸発かんを使用し、汚泥中の水分を非揮発性流動油を媒体として連続的に真空蒸発させた後、遠心分離により大部分の流動油を分離し、得られた含油乾燥物を燃焼することにより発生する熱量を汚泥中水分の蒸発熱源として利用し、汚泥処理するものである。

本設備へ流入する汚泥のうち、水分は蒸発かん内で蒸発して凝縮され二次処理施設へ返水される。また、固形分はボイラで焼却され焼却灰及び排ガスとして排出される。したがって、本設備は脱水及び焼却を一貫して行う汚泥処理設備である。

本設備は、アメリカ合衆国において食品加工工場により排出される廃液（脂肪、骨類）を原料として牛脂や高タンパク質食品に転換する工程や製薬工場廃液の処理などに多く使用されてきた。

わが国の下水道における汚泥処理の分野では、福知山市でこの設備が初めて建設され、約3年間にわたり1週5日間、1日約8時間実運転が行なわれてきた。福知山市における蒸発かんは蒸発量6,000kg/時（汚泥処理量153m<sup>3</sup>、汚泥濃度5%、24時間稼動）として設計された三重効用かんである。

本委員会は、稼動開始より今日まで本設備の処理機能に関する調査を行い、得られた知見に基づいて、本設備の現時点における汚泥脱水、焼却処理設備としての適合性について審議し、報告することとした。

(特 徴)

1. 本設備は、非揮発性油を流動媒体として用い、汚泥を無薬注で蒸発乾燥、

焼却する一貫処理である。したがって、在来の機械脱水における凝集剤の添加などの汚泥調整や脱水工程を必要としない。

2. ボイラー、加熱室の法定検査、故障などの休止にそなえて、原則として設備の予備を設けるか、あるいは、濃縮汚泥の貯留タンクを設けることが必要である。

#### (適 応 性)

3. 熱エネルギーを利用した蒸発乾燥のため、在来の方法では脱水しにくい汚泥処理にも広く使用できる。
4. 福知山市の事例からみて、本設備の規模は、汚泥処理量  $6 \text{ m}^3/\text{時}$  以上に適応する。

#### (維持管理の難易)

5. 本設備の操業は連続運転が原則である。しかし、間欠運転の場合にも、遠心脱水機と流動燃焼炉の組合せ設備と同様に、短時間で起動、停止ができる。
6. 汚泥処理量の変動はボイラー容量の範囲内であれば対応できる。  
また、汚泥の濃度変化に対しては、油比（汚泥固形物量に対する流動油の重量比）を変更することなく対応できる。
7. 本設備では、処理工程での汚水飛まつ、粉じんによる作業環境上の問題は少ない。

#### (安 全 性)

8. 本設備の各蒸発かん内の圧力は大気圧以下であるため、爆発の危険性は少ない。しかし、ボイラー蒸気が流入するかん及びボイラーは、ボイラー及び

圧力容器安全規則（昭和47年労働省令第33号）の第一種圧力容器に該当するので法令を遵守して安全性に留意しなければならない。

さらに、多量の流動油を循環使用するため、消防関係法令にも抵触しないよう安全性に配慮しなければならない。

（採用、設計にあたっての留意事項）

9. 蒸発かんで流動性を保たせるための流動油は、油比として10～15倍程度とする。  
また、油比の制御は供給汚泥量に濃度を乗じた負荷量に比例注入できるような自動化が望ましい。
10. 蒸発かんの伝熱面積当り蒸発量は、 $12 \text{ kg} / \text{m}^2 / \text{時}$ 以下の値とする。
11. 蒸発かんからの凝縮水は、自然流下で排出する方法が確実である。このため蒸発室の上部にある加熱室は、その下部を地上より10 m以上の高さに設置する。
12. 蒸発かんに供給する汚泥は、あらかじめきょう雑物を粉砕する必要がある。また、加熱室頂部の蓋は容易に内部の点検清掃ができるように開閉可能な構造とする。
13. 汚泥中の砂分による蒸発かんの吐出配管曲管部などの摩耗を防止するため、可能な限り砂分を除去するのが望ましい。また、摩耗し易い部分は容易に開放、点検、交換ができる構造とする。
14. 蒸発かんの加熱チューブの材質は耐食性を考慮してSUS304以上の材質を用いるのが望ましい。
15. 真空ポンプは非凝縮性ガスだけでなく水蒸気などの凝縮性ガスも若干混入吸引することも考えられるので、これに対応できる構造、材質のものを選定

する。

16. ボイラーの形式としては、水管型が容量、効率の点からみて適当であり、同時に油分離ケーキの焼却に伴い発生する灰、ダスト及び排ガスなどの性状に対する施設構造上の措置がし易く、かつ、効率的な熱回収を行うことができる廃熱ボイラ形式のものが望ましい。

なお、ボイラーには重油による燃焼装置を付属させる。

17. ボイラー圧力は、蒸発配管及びボイラーの自動圧力制御装置の圧力損失などを考慮して、加熱蒸気圧より十分高くとるのが望ましい。
18. 凝縮水中には油が混入するので、油水分離装置で油を除去しなければならない。
19. 油水分離装置からの分離水が水処理施設へ返送されるときはBOD負荷率は、流入水に対して7～14%である。また、分離水のBOD源の大部分は揮発性有機酸であり、生物処理が可能である。
20. 焼却灰を系外に搬出するときは、灰の飛散防止のために加湿するのが望ましい。
21. ボイラー排ガス中のばいじんは、洗浄集じんにて除去され、大気汚染防止法の廃棄物焼却炉に係る一律排出基準を満足することができるが、特別排出基準など排出基準の厳しい地域では必要に応じて電気集じんを配慮する。
22. ボイラー排ガス中のいおう酸化物( $SO_x$ )は大気汚染防止法の廃棄物焼却炉に係る一律排出基準を満たしている。しかし、石灰を添加した脱水ケーキを焼却する場合に比べると、濃度が高いため、特別排出基準など排出基準の厳しい地域では、必要に応じてアルカリ洗浄などを配慮する。
23. ボイラー排ガス中の窒素酸化物( $NO_x$ )は一般の焼却炉よりも濃度が高いため、本設備が大きい場合、あるいは条例などで排出基準を厳しくしている

地域では、必要に応じて空気過剰率を低減するような燃焼方法の改善やアンモニア接触法などの脱硝対策を配慮する。

24. 煙突排ガスの臭気成分濃度は悪臭防止法による規制値を満足しているものの臭気濃度（三点比較式臭袋法による）は1,000程度であるため、燃焼法などの脱臭対策を考慮することが望まれる。
25. 真空ポンプからの排気や油水分離装置などの密閉槽の排気は臭気が強いいため、これらの排気はボイラーへ導いて燃焼させるなどの脱臭対策が必要である。
26. 騒音の発生源としては、遠心油分離機、コンプレッサ、循環ポンプならびにボイラー二次押込ファンなどがあるので屋内に格納することが必要である。特に遠心油分離機、コンプレッサは吸音室内に格納することが望ましい。

#### （経 済 性）

27. 本設備では水分の多い濃縮汚泥を蒸発乾燥、焼却するため、一般の焼却炉よりも重油消費量が多い。
28. 単位汚泥乾燥固形物当りの重油消費量は汚泥濃度が高い程減少する。例えば、24時間稼働の三重効用かんでは、汚泥濃度4%、5%、6%のとき、固形物1,000kg当りの重油消費量はそれぞれ610～740ℓ、480～610ℓ、430～520ℓである。

汚泥濃度5.5%以上では、固形物当りの重油消費はほとんど減少しない。

29. 本設備に加圧浮上濃縮タンクを加えた処理設備と、次の想定代替処理設備（脱水・焼却）について、それぞれ建設費、ユーティリティ費<sup>（注）</sup>および灰処分費の比較を行った。

##### (1) 代替設備

(ア) 生汚泥遠心脱水機 ( 15 m<sup>3</sup>/時 × 2 台 ) - 立形多段炉 ( 40 t / 日 × 1 基、脱臭再加熱なし )

(イ) 生汚泥遠心脱水機 ( 15 m<sup>3</sup>/時 × 2 台 ) - 流動燃焼炉 ( 40 t / 日 × 1 基 )

(ウ) 生汚泥真空戸過機 ( 50 m<sup>2</sup> × 2 台 ) - 立形多段炉 ( 50 t / 日 × 1 基、脱臭再加熱なし )

(2) 共通条件

(ア) 汚泥固形物処理量は同一とする。

(イ) 運転時間 = 昼間・365日稼動

(ウ) 単 価

B 重 油 : 30円/ℓ      脱 酸 剤 : 1,300円/kg    灰処分費 : 1,185円/t-灰

電 力 : 13円/KWH    防 蝕 剤 : 1,000円/kg

水 道 水 : 90円/m<sup>3</sup>    ポリマー : 1,400円/kg

苛性ソーダ : 56円/kg    消 石 灰 : 30円/kg

清 かん 剤 : 600円/kg    塩化二鉄 : 50円/kg

(3) 個別条件

(ア) 本設備は加圧浮上濃縮タンクを加えているため、代替設備に比べて汚泥濃度は高く、処理量は少なくなる。

(イ) 本設備 ( 加圧浮上濃縮タンクを含む ) の汚泥処理量は 49.8 m<sup>3</sup>/日 ( 濃度 5 % ) である。

(ウ) 代替設備の汚泥処理量は 62.2 m<sup>3</sup>/日 ( 濃度 4 % ) である。

この結果、現時点における本設備の経済性について、概ね、次のようなことが判明した。

a. 施設の占用面積は、いずれの代替設備より少ない。

- b. 建設費については、いずれの代替設備ともほぼ等しい。
- c. ユーティリティ費と灰処分費との合計額は生汚泥遠心脱水機（15 m<sup>3</sup>/時×2台）－流動燃焼炉（40 t/日×1基）設備より若干安い  
が他の二設備とはほぼ等しい。

(注) ユーティリティ費とは、燃料費、電力費、水道料金、薬品費及び珪砂費の総計をいう。

( 付 記 )

- 30. 汚泥濃度4%未満の場合は、重油消費量を減少させるため、四重効用かんを採用することが望ましい。例えば、汚泥濃度が3.5%のときは、三重効用かんでは、汚泥乾燥固形物1,000kg当りの重油消費量は827ℓであるが、四重効用かんの試算では517ℓに減少する。
- 31. 本設備の最適規模については、現時点では実績が少ないため明らかにできなかった。
- 32. 本設備は、稼動以来3年を経過しているとはいえ、昼間操業にとどまっている。したがって、現在まで蒸発かんの補修を行っていないものの、本設備の耐久性は明らかではない。  
  
しかし、補機類、ボイラ炉壁の補修は、在来の焼却設備と同程度と予想される。
- 33. 本設備は、次の場合などには適用できると考えられる。
  - (1) 本設備はユーティリティに占める重油消費量が多く、省エネルギーの観点から、廃油を安価に入手することができる場合。
  - (2) 難脱水性汚泥を焼却する必要がある場合
- 34. 本設備は、現在までのところ一例しかなく、汚泥の種類とその性状、設備



の規模などによる相違については必ずしも明確にはなっていない。今後、本設備を採用するに当っては、地域の特性を考慮し検討されることが望ましい。