

効率的な汚泥濃縮法の評価に関する  
第3次報告書  
－浮上濃縮法について－

平成6年4月25日

日本下水道事業団技術評価委員会



## 目 次

(ま え が き) .....	260
(評価の対象技術) .....	261
(評価の範囲) .....	262
(評価の前提) .....	262
(濃 縮 特 性) .....	263
(操作因子および制御) .....	264
(経 済 性) .....	265
(留 意 事 項) .....	268
(総 合 評 価) .....	271
(付 言) .....	274

## (ま え が き)

下水汚泥処理の目的は、社会的、自然的環境が受け入れ可能な形態に汚泥を減量化、安定化することである。濃縮プロセスは減量化のための一方法であるが、一般に汚泥処理システムの最初に位置し、その処理性能は後続する処理プロセスと水処理システムとに大きな影響を与えるため、重要なプロセスである。

濃縮プロセスの具体的方法としては、重力濃縮法がおもに採用されてきた。重力濃縮法は、動力費が少なく、薬剤の添加の必要もないため運転経費が少ない。しかし、重力濃縮法の場合には、汚泥性状の変化などにより、汚泥の濃縮性が悪化し、十分な濃縮効果を上げ得ない事例が増加している。このような背景から、汚泥を強制的に濃縮する造粒濃縮法、遠心濃縮法、浮上濃縮法などのより効率的な汚泥濃縮法を採用する下水処理場も増えている。

反面、これらの効率的な汚泥濃縮法に関する知見が十分には整理されておらず、適正な汚泥濃縮法の選定および導入を行なうために技術評価が必要となっている。

そこで、本委員会は平成2年8月29日に出された日本下水道事業団理事長の「効率的な汚泥濃縮法」に関する諮問に応じ、現状の汚泥濃縮法の運転実態を把握し、重力濃縮法を除く代表的な汚泥濃縮法の濃縮特性、適用範囲等を明らかにすることとした。

これに基づき、平成2年度は「造粒濃縮法」について得られた知見と情報をもとに審議した結果を「第1次報告書」として、平成3年度は「遠心濃縮法」について「第2次報告書」として報告した。今年度は「浮上濃縮法」について報告するものである。

### （評価の対象技術）

本評価の対象とする浮上濃縮法（以下、本法という）は沈降しにくい汚泥に気泡を付着させることにより、積極的に汚泥を浮上させ、浮力により汚泥を圧密し、高濃度の汚泥を得ようとするものである。

重力濃縮法における汚泥単一粒子の最終沈降速度は次のStokesの式により推定される。

$$v = \frac{g(\rho_s - \rho_l) \cdot d^2}{18\eta}$$

ここで、 $v$  : 沈降速度（m／秒）

$g$  : 重力加速度（m／秒<sup>2</sup>）

$\rho_s$  : 汚泥粒子の密度（kg／m<sup>3</sup>）

$\rho_l$  : 液体の密度（kg／m<sup>3</sup>）

$\eta$  : 液体の粘性係数（kg／m・秒）

$d$  : 汚泥粒子の粒径（m）

このように、重力濃縮法は、汚泥と水の密度によって働く重力の影響が異なり、この差によって固液分離を行おうとするものである。しかし、気泡の付着により汚泥の見かけ密度が小さくなると沈降速度が小さくなり、濃縮しにくくなる。さらに、汚泥の見かけ密度が小さくなると、汚泥は浮上してしまう。浮上濃縮は、このような現象を利用して、沈降しにくい汚泥に気泡を付着させることにより、積極的に汚泥を浮上させ、浮力により汚泥を圧密し、高濃度の汚泥を得ようとするものである。

下水汚泥に適用される浮上濃縮法は、汚泥粒子に付着させる気泡の発生方法によって、加圧浮上法と常圧浮上法に大別される。

気泡発生と付着の工程は次のとおりである。

#### 1 加圧浮上法

気体の水への溶解度は、高圧力下では高く、低圧力下では低い。したがって、高圧力下で水中に空気を溶解させた後、減圧すると、溶解していた空気が析出して気泡となる。このように高圧力下で空気を溶解させ減圧により析出させた気泡を汚泥に付着させて、汚泥を浮上させる方法が加圧浮上である。加圧浮上法では、発生する気泡径が数10～100 $\mu$ mと小さい。気泡の付着の程度は、粒子表面の物理的および化学的性質によって異なり、粒子によってはある種の薬品を添加する必要もあるが、活性汚泥の場合には自然に付着するので、一般的には薬品を使わない。

加圧浮上濃縮設備は汚泥を加圧し、直接空気を溶解する方法（全量加圧法、部分加圧法）と循環

水に空気を溶解し、これを汚泥と混合する循環水加圧法（加圧下混合方式、エジェクタ方式、減圧下混合方式等）がある。浮上タンク、加圧ポンプ、空気溶解タンク等で構成される循環水加圧法では、加圧水に分離液を用いるのが一般的である。

## 2 常圧浮上法

常圧浮上法では、起泡助剤（界面活性剤）を加えた水を攪拌することで循環水中に安定した気泡を生成させ、これを汚泥と混合し汚泥を浮上、濃縮する。気泡生成の工程は常圧下で行われる。発生した気泡径は300～500 $\mu\text{m}$ と加圧浮上法に比べかなり大きく、このままでは汚泥粒子に付着しないので、イオン化剤としてカチオン系高分子凝集剤を添加し、汚泥粒子を粗大なフロックとし、同時に汚泥フロックと気泡を電気化学的に付着させる。

以上のように、浮上濃縮法では、汚泥に付着した気泡の浮力により汚泥粒子を浮上させる。気泡の量と汚泥の固形物との割合を気固比（ $\text{kg}\cdot\text{Air}/\text{kg}\cdot\text{DS}$ ）で示す。浮上させた汚泥（フロス）の圧密は、水面下の汚泥の浮力と水面上に浮かんだ汚泥の重力により行われる。水面上に浮かんだフロスの内部では重力による水切り作用が生じ、汚泥濃度が高くなる。したがって、浮上濃縮法ではフロス厚、水面上部のフロス厚、水面上部でのフロスの滞留時間が濃縮性の影響を与える。

フロス厚は、浮上タンクの水面積当たりどれだけの汚泥が供給され、どれだけ除去されるかであり、固形物負荷とフロス掻取り量によって決定される。水面上部のフロス厚は、フロス層上端（フロス掻取り面）と浮上槽水位により定まる。また、フロスの滞留時間はフロス掻取り頻度による。したがって、浮上濃縮法では気固比、固形物負荷、浮上槽水位（フロス厚）が操作因子となる。また、処理安定のためフロス掻取り頻度も操作項目となる。

浮上濃縮槽の大きさはフロス掻取り機等の制約を受ける。一基当たりの最小規模、最大規模については方式、汚泥性状や設定する濃縮汚泥濃度などにより異なる。最小規模については、加圧浮上法では矩形、円形とも3 $\text{m}^2$ 程度（概ね固形物量で300 $\text{kg}-\text{DS}/\text{日}$ ）である。また、常圧浮上法では0.5 $\text{m}^3/\text{時}$ （内径0.5 $\text{m}$ 、概ね固形物量で300 $\text{kg}-\text{DS}/\text{日}$ ）となる。最大規模については、加圧浮上法で190 $\text{m}^2$ 程度（概ね固形物量19 $\text{t}-\text{DS}/\text{日}$ ）、常圧浮上法で内径5 $\text{m}$ （概ね固形物量で12 $\text{t}-\text{DS}/\text{日}$ ）程度となる。

### （評価の範囲）

水処理システムから発生する汚泥を濃縮設備で濃縮するまでとする。ただし、濃縮性が高く保持されることにより、脱水設備の容量が小さくできるものと考えられるため、経済性については脱水設備を含めて評価する。

### （評価の前提）

本評価で取扱う汚泥は、標準活性汚泥法の余剰汚泥と混合汚泥とし、浮上濃縮法としては、加圧

浮上濃縮法および常圧浮上濃縮法とした。

また、本法の経済性に関する評価では、日最大下水量  $1 \text{万m}^3 / \text{日}$  から  $25 \text{万m}^3 / \text{日}$  までの 3 段階の下水処理場を想定した。

なお、加圧浮上法における余剰汚泥の濃縮特性について十分な実績があるが、その他については、実績も少なく適用にあたっては個別の事前調査が望まれる。

#### (濃縮特性)

本法による濃縮特性は、汚泥の種別・性状に大きく左右されるが、以下のとおりである。

なお、常圧浮上法は現在のところ実施例が少なく、4 箇所の実施例によるものである。

- 1 加圧浮上法を余剰汚泥に適用した場合、濃縮汚泥濃度は  $2.5 \sim 5.5\%$  の範囲であり、 $3.5 \sim 4.0\%$  の範囲で多く運転されている。固形物回収率は概ね  $85 \sim 95\%$  となっている。混合汚泥を加圧浮上濃縮している処理場は少ないが、濃縮汚泥濃度は概ね  $3 \sim 4\%$ 、固形物回収率は概ね  $70 \sim 80\%$  が得られている。

常圧浮上法では、投入汚泥が余剰汚泥の場合、2 例の実績で検討した。この場合、濃縮汚泥濃度約  $3.5\%$  程度、固形物回収率は  $95\%$  以上となっている。投入汚泥が混合汚泥の場合は実績が 1 例であるが、濃縮汚泥濃度は  $5\%$  以上、回収率はおよそ  $100\%$  となっている。

- 2 圧送汚泥を加圧浮上法に適用した場合、新鮮な汚泥と比べ濃縮性が悪化するため、濃縮汚泥濃度や固形物回収率が低下する。
- 3 加圧浮上法では実験装置を使い浮上濃縮特性を予測することができる。常圧浮上法では、気泡と固形物粒子が凝集剤により電気化学的に付着しているものであり、汚泥の凝集性の試験を行い凝集性が確認できれば、常圧浮上法で安定した運転が行えると判断できる。

#### 4 後続プロセスへの影響

浮上濃縮設備の後続プロセスへの影響として、次の事項が挙げられる。

##### (1) 消化プロセスへの影響

濃縮汚泥濃度を高くできるので、汚泥消化槽への投入汚泥量が減少する。このため、汚泥消化槽の建設費を節減できるとともに、汚泥の加温に必要な熱量も減少でき、運転経費を節減することが可能である。

なお、汚泥に付着した気泡は 30 分程度の攪拌により嫌気性消化に支障のない程度まで脱気される。

##### (2) 脱水設備への影響

脱水機への投入汚泥濃度が高くなるため、投入汚泥量が減少する。このため、遠心脱水機では設備容量を小さくできる。また、ベルトプレス脱水機では、投入汚泥濃度を高めることにより過速度を大きくとることができ、その結果、脱水設備容量を小さくできる。

#### 5 水処理への影響

濃縮工程での固形物回収率が低い場合には、水処理施設での返流水からの負荷が大きくなり、処理水質の悪化が想定される。また、循環固形物量が多くなると、各汚泥処理プロセスに投入される固形物量が多くなるため、施設の能力を越える場合もある。このため、浮上濃縮法により固形物回収率を向上し、返流負荷を小さくすることは水処理および汚泥処理の機能確保の面からも重要である。

また、汚泥が好気条件に保たれるため、嫌気好気法の汚泥に適用した場合、リンの溶出量が小さい。

## (操作因子および制御)

### 1 操作因子

浮上濃縮法の操作因子は気固比、固形物負荷、フロス厚および凝集剤添加率がある。

#### (1) 気固比

加圧浮上法では気固比の濃縮汚泥濃度、固形物回収率、分離液濃度に与える影響は少ないが、気固比が極端に下がった場合には分離液濃度が悪化する。常圧浮上法では気固比は濃縮特性にほとんど影響しない。

#### (2) 固形物負荷

加圧浮上法において、固形物負荷の増加とともに濃縮汚泥濃度は低下する傾向にあるが、固形物回収率、分離液濃度はほとんど影響を受けない。しかし、固形物負荷が大きすぎると分離液濃度は悪化する。

常圧浮上法では、固形物負荷は濃縮汚泥濃度にほとんど影響しない。

#### (3) フロス厚

加圧浮上法、常圧浮上法ともフロス厚が厚くなるほど濃縮汚泥濃度が高くなるが、加圧浮上法ではある濃度以上にはならない。

加圧浮上法、常圧浮上法とも、固形物回収率、分離液濃度はフロス厚の影響をほとんど受けないが、ある程度以上の厚さになると固形物回収率、濃縮汚泥濃度が悪化する。

#### (4) 凝集剤添加率

加圧浮上法では、水処理の運転条件、季節変化、あるいは個々の処理場の特性による汚泥性状の変化によって濃縮効果が十分にあがらない場合には、高分子凝集剤の添加により濃縮性の改善効果がある。

常圧浮上法では、凝集剤添加率を高くしてもある程度以上では濃縮特性に影響を与えない。しかし、凝集剤が不足する場合には濃縮汚泥濃度、固形物回収率が極端に悪化する。

### 2 制御

加圧浮上法では操作因子が所定の範囲内であれば濃縮汚泥濃度、固形物回収率に対する影響は小さく、通常の運転では固形物負荷一定または汚泥濃度が極端に変化しないものとして供給汚泥

量一定制御が行われる。気固比、フロス厚（水位調整、フロス掻取り頻度等）は手動による設定を行ない、特別な自動制御は行わない。

また、常圧浮上法では、凝集剤を、供給汚泥固形物量に対し比例注入することを基本としている。

なお、日常の運転の良否は、分離液の濁度を目視することにより判断できる。

## （経済性）

### 1 浮上濃縮法の経済性

#### （1）ユーティリティ

加圧浮上濃縮設備のユーティリティは主として電力であり、常圧浮上濃縮設備の場合は電力のほか薬品として起泡助剤および凝集剤が必要である。

実態調査による電力使用量は、規模が大きくなるにしたがい固形物当たりの電力使用量が小さくなる傾向にあり、また、加圧浮上法に比べ、常圧浮上法（平均145kWh/t-DS）の方が電力使用量は小さい。全量加圧（平均269kWh/t-DS）、加圧下混合（平均268kWh/t-DS）等の方式による差は明確ではなく、それぞれの処理場の特質による差の方が大きい。

常圧浮上法における凝集剤添加率は、汚泥性状により異なるが、標準的には0.25%-DS程度である。起泡助剤は空気量に対して定まり、10g/kg-air（気固比0.05kg-air/kg-DSの場合で0.05%-DS）である。

### 2 処理規模による経済性

#### （1）設定条件

##### ①検討対象施設

対象とする下水処理場は以下のとおりとした。

（ケース1）……小規模処理場を想定

- ・計画日最大下水量 10,000m<sup>3</sup>/日
- ・水処理方式 標準活性汚泥法

（ケース2）……中規模処理場を想定

- ・計画日最大下水量 50,000m<sup>3</sup>/日
- ・水処理方式 標準活性汚泥法

（ケース3）……大規模処理場を想定

- ・計画日最大下水量 250,000m<sup>3</sup>/日
- ・水処理方式 標準活性汚泥法

本検討において、いずれの場合も浮上濃縮設備の運転は24時間連続運転とした。

##### ②検討対象範囲

経済性の検討項目としては建設費、運転経費とした。

建設費では、浮上濃縮設備は通常建屋内に設置されるため、これを収容する土木建築費と浮上槽および設備費を計上する。

また、用地費は地域差が大きいいため、計上しない。

運転経費では電力費、薬品費と補修費を計上する。なお、人件費および浮上濃縮設備で洗浄等に使用される用水費は計上しない。

### (1) 検討結果

#### ①建設費

浮上濃縮法は、規模が大きいほど下水 $1\text{m}^3$ 当たりの建設費は著しく低減する。建設費の内訳では、土木建築費よりも機械電気設備費の割合が大きい。

下水 $1\text{m}^3$ 当たりの運転経費も処理場規模が大きくなるにつれて、減少する。内訳では、補修費が大きく変化し、次に電力費が変化する。常圧浮上法の薬品費は変わらない。

### 3 全体システムとしての経済性

#### (1) 設定条件

##### ①検討対象施設および対象汚泥

検討条件は以下のとおりとした。

(ケース1) ……小規模処理場を想定

- ・計画日最大下水量  $10,000\text{m}^3/\text{日}$
- ・水処理方式 標準活性汚泥法
- ・濃縮方式 分離濃縮法および混合濃縮法

(ケース2) ……中規模処理場を想定

- ・計画日最大下水量  $50,000\text{m}^3/\text{日}$
- ・水処理方式 標準活性汚泥法
- ・濃縮方式 分離濃縮法および混合濃縮法

(ケース3) ……大規模処理場を想定

- ・計画日最大下水量  $250,000\text{m}^3/\text{日}$
- ・水処理方式 標準活性汚泥法
- ・濃縮方式 分離濃縮法および混合濃縮法

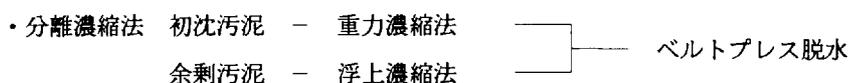
本検討において脱水機の運転は、ケース1、2では6時間/日、6日/週、ケース3は6時間/日運転の他、24時間連続運転も想定した。なお、いずれの場合も浮上濃縮設備の運転は24時間連続運転とした。

##### ②検討対象範囲

全体システムとしての経済性の検討では、重力濃縮法と比較し、浮上濃縮法を導入したことによる効果を評価する。濃縮汚泥濃度の向上により影響される脱水工程も検討対象範囲に含め

る。なお、脱水機種はベルトプレス脱水機とし、検討処理法は次のとおりとする。

(浮上濃縮法の場合)



(重力濃縮法の場合)



経済性の検討項目としては建設費、運転経費と処分費、総合維持管理費とする。建設費では、土木建築費と設備費を計上する。用地費は計上しない。

運転経費と処分費では電力費、薬品費、脱水汚泥の処分費を計上する。濃縮設備の洗浄等に使用される用水費、脱水工程での薬品費、人件費は計上しない。

## (2) 検討結果

### ①建設費

小規模処理場では、重力濃縮法が安価であるが、処理場規模が大きくなるにしたがいその差は縮小し、大規模処理場では分離濃縮法による加圧浮上法および常圧浮上法が重力濃縮法に比べ有利となっている。また、一般に混合汚泥濃縮法は、分離濃縮法よりもやや高くなる。

### ②運転経費と処分費

運転経費と処分費の合計では、中規模、大規模処理場では分離濃縮法による加圧浮上法が重力濃縮法に比べ有利である。常圧浮上法でも同様の傾向であるが、加圧浮上法よりも高い。

### ③総合維持管理費

用地費および人件費を除く下水1m<sup>3</sup>当たりの総合維持管理費は、小規模処理場では重力濃縮法が安価であるが、中規模、大規模処理場では加圧浮上法が重力濃縮法に比べ有利である。常圧浮上法では、分離濃縮法の場合は中規模、大規模で有利であるが、混合濃縮法では重力濃縮法と同程度である。

## (留意事項)

### 1 環境対策

#### (1) 騒音

浮上濃縮設備は汚泥供給用、給水用のポンプ類および空気供給のためのファンあるいは空気圧縮機等より構成されている。これらの内、7.5kWを超える空気圧縮機および送風機が設置されている場合は騒音規制法の特定施設に該当する。しかし、これらの機器は建屋内に設置されるので、騒音は壁によって減衰し、屋外ではかなり小さくなる。このため、周辺環境への影響はほとんどない。

#### (2) 振動

振動についても騒音と同様に、7.5kWを超える空気圧縮機を設置する場合は振動規制法の特定施設に該当する。

これらの機器は、十分剛性のある基礎の上に設置され、機器の振動が建物に伝播しないよう対策が採られている。

#### (3) 臭気

浮上濃縮法では浮上槽内が好気性に保たれるため、汚泥の腐敗等が起こりにくく、一般に臭気は比較的弱い。このため、特に脱臭の必要はなく、浮上濃縮室では通常の換気を行っている。しかし、長距離送泥汚泥や混合汚泥を対象とした場合、気温が高い地域においては、臭気が発生する可能性がある。この場合には浮上槽上部に覆蓋をしたり、脱臭を必要とする場合がある。

加圧浮上法でこのような脱臭を行う場合、浮上槽上部をフロス掻取り機が走行するため、覆蓋を可動式にするなどの工夫が必要である。また、常圧浮上法は、現状の設備が比較的小規模であり、浮上槽上部に簡易な蓋がかけられている。このため、脱臭は容易である。

### 2 耐久性

浮上濃縮法は汚泥中に空気を吹き込んでいるために、浮上槽およびその上部の機器、気泡を発生するタンク等についての腐食への対応を考慮する必要があるが、これらについては適正な材質を選定することにより、耐久性は確保できる。

なお、混合生汚泥や初沈汚泥のように硫化水素が発生しやすい場合には、供給汚泥貯留槽の内面に耐食処理を施すことが望ましい。

### 3 定期点検

加圧浮上濃縮設備では、空気溶解タンクが「労働安全衛生法施行令」第1条に定める第二種圧力容器（ $2\text{ kg/cm}^2\cdot\text{G}$ 以上の気体を保有し、内容積が $0.04\text{ m}^3$ 以上、胴内径が $200\text{ mm}$ 以上で長さが $1,000\text{ mm}$ 以上の容器）に該当し、「労働安全衛生法第45条、ボイラー及び圧力容器安全規則第88条」により、1年以内毎に1回定期的に次の事項について自主点検を行わなければならない。

- ① 本体の損傷の有無
- ② ふたの締付けボルトの摩耗の有無
- ③ 管および弁の損傷の有無

定期点検は1日程度であり、長期の設備停止は必要としない。なお、常圧浮上法では、常圧下で気泡を発生させるため、上記には該当しない。

#### 4 予備機

浮上濃縮設備では定期点検、補修に長期の停止を必要としないので、重力濃縮設備と同様に濃縮槽自体の予備は設けない。ただし、汚泥供給ポンプ等については必要に応じて予備を設ける。

#### 5 安全性

常圧浮上法では、凝集剤および起泡剤を用いる。凝集剤は、試運転時に適正をチェックするが、一般的には高カチオンの高分子凝集剤であれば適合する。添加率も通常0.25%-DS程度と低く、安全性の問題はない。また、起泡剤は化粧品や洗剤の成分として使用されているポリオキシ高級アルコールエーテル $[RO(CH_2CH_2O)_nH]$ であり、安全性に問題はない。

また、加圧浮上法において濃縮性の悪化時にバックアップとして用いられる凝集剤は脱水において用いられているカチオン系高分子凝集剤であり、添加率も0.1%-DS程度と低く、安全性に問題はない。

#### 6 その他

##### (1) 土木、建築に対する考慮

① 浮上濃縮法では、汚泥が好気性に保たれており、重力濃縮法のような腐敗臭は少ないが、汚泥独特の臭気が室内に充満するので、作業環境が悪化する。このため、換気が必要である。

② 加圧浮上濃縮設備では、浮上槽上面をフロス掻取り機が走行するので、槽周辺に十分な管理スペースを確保する必要がある。浮上槽上部の柱の位置についても掻取り機の走行を十分考慮する必要がある。また、一般的に浮上槽は壁構造とし、槽内には梁を設けない。

常圧浮上濃縮設備では、フロス掻取り機の構造に由来する製作精度の制約より浮上槽は通常、鋼板製が使われる。フロス掻取り機の走行を考慮した管理スペースは必要とせず、十分な管理動線等を考慮すれば良い。

##### (2) 分離濃縮法での配慮

後続の脱水機の運転を安定して行うため、重力濃縮された生汚泥と浮上濃縮された余剰汚泥を十分に混合し、できるだけ均一にする必要がある。このため、脱水前に十分な容量の貯留槽及び攪拌設備を設けるのが望ましい。

##### (3) 脱 気

浮上槽から排出される汚泥は脱気槽へ投入され、攪拌により汚泥に付着した気泡を分離する必要がある。汚泥中に気泡が残存すると、ポンプでの送泥や汚泥消化で障害が生じるため、十分な脱気が必要である。脱気時間は、汚泥消化を考慮した場合でも30分程度でよい。

##### (4) 汚泥性状の変化に対するバックアップ

加圧浮上法では、通常の汚泥性状の変化に対しては、固形物負荷、気固比等の調整により対応する。しかしながら、長距離送泥や長時間貯留などによって腐敗が生じた場合には、汚泥の濃縮

性が悪くなるため、バックアップとして高分子凝集剤の添加を必要とする場合がある。

(5) 管理上必要な水質項目

浮上濃縮設備の管理上必要な水質項目には、供給汚泥濃度、濃縮汚泥濃度、分離液 S S 濃度がある。これらは、浮上濃縮の運転状況を把握するための項目であり、日常の運転では、分離液 S S 濃度を目視により判定し、運転状況を確認する。

これらの他に、加圧浮上法の場合には供給汚泥中の粗浮遊物量を測定し、凝集助剤添加の判断の目安にすることがある。

## (総合評価)

### 1 処理の効果

#### (1) 濃縮性

本法の処理特性を評価する項目は次のものである。

- ・濃縮汚泥濃度
- ・固形物回収率

本法は汚泥粒子に付着した気泡の浮力により強制的に固液分離を行なう物理的な処理法であり、従来の重力濃縮法では十分な濃縮汚泥濃度が得られない下水処理場の下水汚泥を濃縮し、目標の濃縮汚泥濃度、固形物回収率を得ることが可能である。

#### (2) 処理の安定性

本法では、一般に、汚泥が好気状態に保たれ、また、処理に要する滞留時間が比較的短く発生汚泥を速やかに処理することが可能である。このため、特に気温の高い地域を除いて、汚泥が腐敗する前に処理することが可能である。また、重力濃縮法と比較し気温の影響を受けにくい方法である。

#### (3) 処理の柔軟性

投入負荷（固形物負荷）の変動は、濃縮汚泥濃度、固形物回収率に影響を及ぼすため、前段の汚泥貯留槽で吸収し、固形物負荷一定運転を基本とする。

フロスの掻取り頻度、水位調整による水位上部のフロス層厚の調整等により、濃縮汚泥濃度を調整することは可能であるが、日常の汚泥性状の変動の範囲では、制御の応答性等の問題より、これらを自動制御する事はなく、設定処理量の変更時に手動設定される。固形物回収率はフロス層厚を所定の範囲内に収めることにより高い水準に保てる。

また、加圧浮上法では、長距離送泥、長時間貯留等での汚泥の腐敗などによる一時的な濃縮性の悪化に対してのバックアップとして、凝集剤添加による対応が可能である。

### 2 管理性

#### (1) 技術上の管理性

本法は前述のように、フロス層厚を適正に保つことにより高い固形物回収率が得られるため、フロスの掻取り頻度、水位調整を経時的に微妙に調整する必要がなく、特に高度な管理技術を必要としない。構成機器も他の濃縮法や脱水法と同様である。また、頻繁な操作がなく作業人員も少なくすむ。

#### (2) 作業上の管理性

加圧浮上濃縮設備では空気溶解タンクが第二種圧力容器に該当し、定期点検を義務づけられている。その他の補機類は、他の濃縮法や脱水法と同様であり、保守管理は特に難度の高いものではない。

### 3 他のプロセスへの影響

#### (1) 水処理への影響

本法は重力濃縮法に比べ、固形物回収率が高く、返流負荷を小さくできる。

また、汚泥が好気条件に保たれるため、嫌気好気法の汚泥に適用した場合、リンの溶出量が小さい。

#### (2) 後続プロセスへの影響

本法では濃縮汚泥濃度を高くできるので、汚泥消化槽への投入汚泥量を小さくすることができる。したがって、汚泥消化槽の建設費が安くなる。また、汚泥の加温に必要な熱量も小さくなり、運転経費が安くなる。

脱水機への投入汚泥濃度が高くなるため、重力濃縮法に比べ、投入汚泥量が少なくなり、脱水設備容量を小さくできる。

### 4 経済性

#### (1) 規模の経済性

本法は、処理場規模が大きくなるほど下水 $1\text{ m}^3$ 当たりの建設費、運転経費が低減する。

#### (2) 他の濃縮法との比較

##### ①建設費

小規模処理場では、重力濃縮法が安価であるが、処理場規模が大きくなるにしたがいその差は縮小し、大規模処理場では分離濃縮法による加圧浮上法が重力濃縮法に比べ有利である。常圧浮上法でも加圧浮上法と同様の傾向である。

##### ②運転経費と処分費

運転経費と処分費の合計では、中規模および大規模処理場では重力濃縮法に比べ分離濃縮法による加圧浮上法が有利である。常圧浮上法でも加圧浮上法と同様の傾向である。

##### ③総合維持管理費

用地費及び人件費を除く下水 $1\text{ m}^3$ 当りの総合維持管理費は、小規模処理場では重力濃縮法が安価であるが、中規模、大規模処理場では分離濃縮法による加圧浮上法が重力濃縮法に比べ有利である。常圧浮上法でも加圧浮上法と同様の傾向である。

### 5 環境影響

#### (1) 周辺環境

浮上濃縮設備では、 $7.5\text{ kW}$ を超える空気圧縮機および送風機が設置されている場合は騒音規制法の特定施設に該当する。しかし、これらの機器は建屋内に設置されるので、騒音は壁によって減衰し、周辺環境にほとんど影響を与えない。また、振動についても騒音と同様に、 $7.5\text{ kW}$ を超える空気圧縮機を設置されている場合は振動規制法の特定施設に該当するが、これらの機器は、十分剛性のある基礎の上に設置され、発生する振動も小さく、周辺環境に対する特段の配慮は不要である。

気温の高い地域を除き、浮上槽内は好気性に保たれているため、汚泥の腐敗等が起こりにくく、

臭気は比較的弱く、臭気対策は容易である。

(2) 作業環境

騒音はそれほど大きいものではなく、一般的には臭気も比較的弱い。上部に蓋を設けることも可能であり、気温の高い地域においても覆蓋内を換気・脱臭することが容易で、作業環境上の問題はない。

(付 言)

「効率的な濃縮法について」の諮問がなされ、従来から濃縮法の主流を占めている重力濃縮法では濃縮が十分に行われないことがあること及び機械濃縮法を採用している処理場が近年増加してきていることから、技術評価委員会および下水汚泥処理処分専門委員会において造粒濃縮法、遠心濃縮法、浮上濃縮法の機械濃縮法について審議を行ってきた。これら機械濃縮法は、近年の分流式下水道の普及や食生活、生活環境の変化による汚泥性状の変化に対応するため、まず大規模処理場において採用され、順次地方都市、小規模処理場へ拡大しつつある。

しかしながら、従来から多用されている重力濃縮法は、構造が簡単で故障が少なく、建設費・維持管理費も安価で、運転操作も簡便など利点も多く、また、バッファタンクとしての機能も合わせ持つなどの特長を有している。平成3年度現在、多くの処理場では重力濃縮単独で汚泥濃縮を行っており、そのなかには機械濃縮法に劣らない濃縮特性を有している処理場も多い。さらに機械濃縮法を導入している処理場においても、そのほとんどはいわゆる分離濃縮法を採用し、重力濃縮法がその性能を発揮している。

「効率的な濃縮法について」の報告書は、造粒濃縮法、遠心濃縮法、浮上濃縮法の特性を、重力濃縮法との比較において評価する方法を採った。しかし、各々の機械濃縮法の特性を反映して、濃縮特性の評価項目や経済性の評価において、重力濃縮法の取扱い方を必ずしも一様には出来なかった。

「資料編」(資料-6)に重力濃縮法を含む各報告書の評価内容の対照表を付したが、当該下水処理場について「資料編」第9章総合評価に示した処理効果、管理性、経済性、環境影響などの評価素因子を検討し、重力濃縮法の特性をも考慮したうえで最適な濃縮法を選択することが望まれる。