

# 汚泥減圧脱気装置による汚泥処理効率化システム

澤井正和<sup>1</sup>、○神澤正樹<sup>1</sup>

<sup>1</sup>川崎重工業(株)

**概要：**下水汚泥処理の第一段階で多く用いられている重力式による汚泥濃縮は、四季をとおして安定して行うことは難しく、特に水温の上昇する夏期には、汚泥が腐敗しやすいため、冬期に比べて濃縮しにくいのが一般的である。なかでも初沈汚泥の重力濃縮槽は運用が難しく、ここでの汚泥管理がその後の汚泥処理設備の負荷に大きく影響する。

如何にして水温や汚泥流入量に影響されずに重力濃縮槽での腐敗の進行を抑え、満足のいく濃度で汚泥を次工程へ送ることができるか、ということが汚泥処理効率化の課題になる。

我々は汚泥減圧脱気装置を初沈汚泥の重力濃縮槽に適用し、汚泥界面を管理することにより、この課題を解決する最適なシステムを模索した。

**キーワード：**減圧脱気装置、重力濃縮槽、腐敗、効率化システム、汚泥界面

## 1 はじめに

近年、下水と雨水の分流化や食生活の変革などにより、流入下水中のBOD/SS比が高くなっており、それに伴い汚泥処理の負荷も増大している。

汚泥処理の第一段階は濃縮工程であるが、ここで思うように濃縮できなければ次工程以下の負荷を増大させてしまい、結果として汚泥処理システム全体の能力低下につながることになる。

第一段階で一般的によく用いられている重力濃縮槽は、汚泥自身の沈降性を利用した装置のため、駆動部のほとんどないシンプルな構造であるが、汚泥性状の変化に伴い、運用が難しくなっているのが現状である。特に初沈汚泥の重力濃縮槽においては、夏場、浮上分離を起こすといった事例が多数報告されている。

ここでは初沈汚泥の重力濃縮槽での問題解決にターゲットを絞り、夏場でも安定、高効率運用することができるシステムを考案したので、以下に紹介する。

## 2 重力濃縮槽

### 2-1 槽内汚泥濃度

重力濃縮槽では、清澄域、沈降域、圧密域に分類することができる。最下層である圧密域に達した汚泥は、それ以上滞留時間を確保しても濃縮率に大きな違いがない。一方、沈降域の汚泥は粒子の沈降速度式に則った濃度分布を示す。

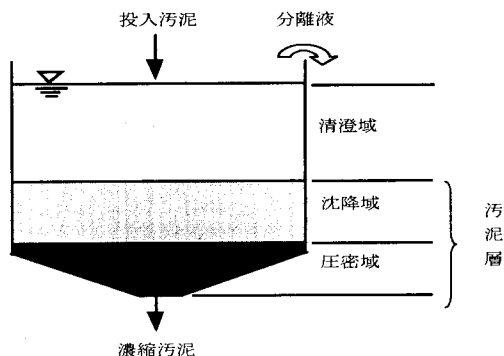


図1 重力濃縮槽の各領域

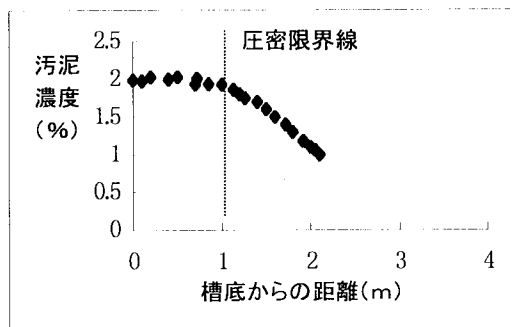


図2 槽内濃度分布

## 2-2 浮上分離機構

重力濃縮槽に投入される初沈汚泥には、水に溶解しているガスと固形物に付着している微細気泡とがあり、嫌気性条件下では  $\text{CO}_2$ 、 $\text{N}_2$ 、 $\text{CH}_4$  がその主成分であり、空気の混じる場合もある。汚泥腐敗、メタンガス発生のプロセスは汚泥中の有機物が分解し、酢酸のような有機酸を経由、加水分解されて炭酸ガスを生成し、メタン醗酵するといったものであるとされている<sup>1)</sup>。浮上分離はこの槽内で発生したガスが固形物と同伴することにより起こるものである。

槽内のガス発生量が最大の箇所は、滞留時間の最も長い引抜き直前の圧密域汚泥ということになる。浮上分離を回避するには

- ①腐敗が進行しない程度の短い滞留時間で汚泥を次工程へ引抜く。
- ②腐敗を抑制し気泡の生成を抑える。

などが考えられるが、①のみでは引抜き汚泥濃度が薄くなり、重力濃縮槽の機能を十分に発揮したとは言えない。また、季節によって引抜きのタイミングを変えるなどといったハンドリング上の煩わしさも伴うことになる。そこで①と②の両方を満足するシステムが必要となる。

圧密域の汚泥層を極力少なく維持するよう汚泥を次工程へ引抜いてやれば、槽内の汚泥平均滞留時間が短くなり、浮上分離の危険性が低くなる。

## 3 浮上対策システムとその検証

### 3-1 減圧脱気装置

減圧脱気装置は減圧槽とポンプ、弁類で構成する。ポンプは連続で運転し、給泥バルブ、排気バルブの開閉により連続脱気を行う。重力濃縮槽の汚泥を脱気処理し、再び濃縮槽へ戻すといった操作を繰り返すことにより、気泡の発生を抑えるための装置である。

処理能力は、減圧槽容量ではなく、ポンプ容量に依存するため、大規模処理場でもコンパクトに設計することができる。またポンプはコストパフォーマンスと初沈汚泥中の異物分を考慮し、渦巻型スラリーポンプを使用する。

減圧脱気処理された汚泥は、沈降性が向上すると共に、腐敗の進行も抑制されるという報告がある。また、ガスが無くなっているため、汚泥濃度をより正確に計測することができるという利点もある。

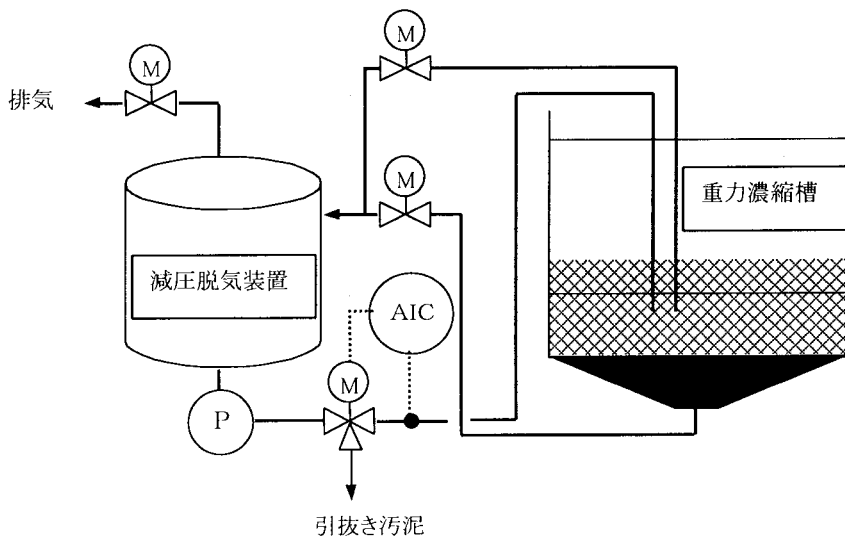
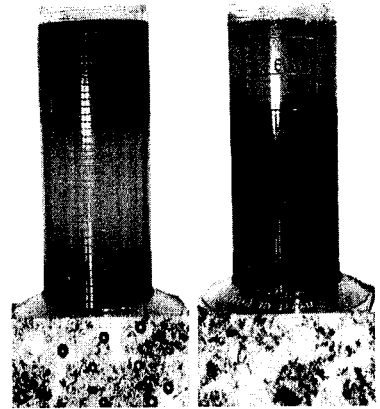


図3 減圧脱気装置を利用した重力濃縮槽管理システム

3-2 効率化システム

- ①減圧脱気装置を用い、重力濃縮槽の最下部から汚泥を引抜き、脱気処理を施す。
- ②脱気処理された汚泥は重力濃縮槽の沈降域レベルへ戻す。
- ③一定の間隔で沈降域の汚泥を脱気処理する。
- ④脱気処理を施した沈降域汚泥の濃度を計測する。
- ⑤濃度が一定となるよう引抜きバルブを作動させる。

ここで、沈降域の濃度を計測する理由は、図2に示したような沈降式に当てはめることにより、(沈降式は汚泥性状により異なるので、事前に計測する必要がある) 界面レベルを正確に把握するためであるが、沈降域汚泥は脱気処理中に汚泥が浮上濃縮し、図4に示すような濃度変化を示すことになる。減圧開始直後より濃縮効果が表れるが、最も低い濃度は常に減圧開始直後であり、それ以下にはなっていない点に注目すると、引抜きバルブ作動のタイミングは、濃度計測中のある一定の時間中に設定した濃度以下に一度もならなかった時ということになる。



減圧処理前 減圧処理後  
写真1  
減圧処理による沈降性改善効果

4 浮上抑制実験

4-1 実験概要

汚泥に減圧脱気を施した効果を確認するため、以下の条件で、実験を行なった。

- ①外気温は24℃～26℃。
- ②採取後24時間経過した初沈汚泥を均一にかき混ぜ、A、B2つの溶液に分ける。
- ③Aはシリンダに投入し静置する。
- ④Bは小型脱気装置を用いて、2時間で全量脱気するペースで処理を施す。

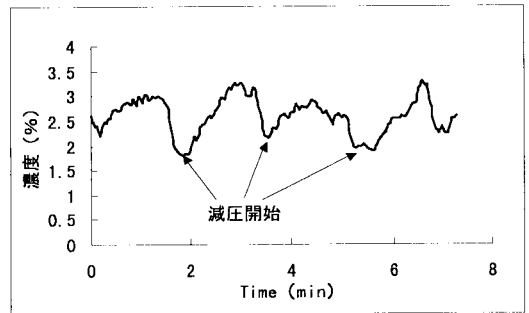
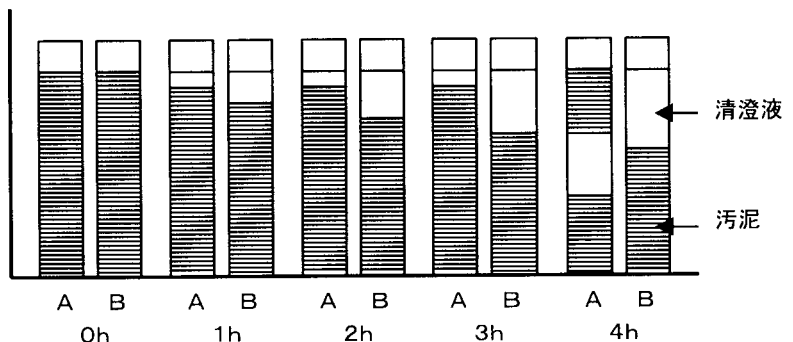


図4 減圧処理後濃縮汚泥の経時変化

4-2 実験結果

実験結果を図5に示す。

- ①1時間後、A、Bともに清澄域が存在するが、BはAに比して約2倍の領域となっている。
- ②2時間後、Aの清澄域は拡大されていないが、Bは拡大されている。
- ③3時間後、Aの中間レベルに清澄域が現れはじめる。Bは順調に沈降を続けている。
- ④4時間後、Aは中間レベルで浮上分離し、3相を形成する。Bは順調に沈降を続けている。
- ⑤A浮上確認後、Bの減圧処理を停止し、攪拌した後、2日間静置したが、浮上分離は起こらなかった。



A: 無処理 B: 減圧処理をし続けたもの

図5 初沈汚泥の沈降性確認試験結果

#### 4-3 考察

実験結果より、脱気処理しない汚泥Aは、1時間後あたりから一向に清澄域は増えていない。腐敗ガスの発生により沈降速度が鈍り、気泡による浮力と汚泥の重力がしばらく釣り合った後、ついには逆転して浮上分離している。

一方、脱気処理を施し続けた汚泥Bは、ほぼ時間にリニアな沈降性を示している。脱気処理を中止した後も、長時間浮上分離せず、良好な清澄域を形成していることにより、脱気処理には腐敗の抑制効果もあることを確認できた。

特に初沈汚泥の腐敗の抑制効果を確認できたことは、夏場の重力濃縮槽の運用において大きな意味合いを持つ。一度脱気処理された汚泥は、メタン醗酵に大きく寄与している炭酸ガスが取り除かれたことで、腐敗進行速度が大きく鈍ったということである。

#### 5 今後の課題

重力濃縮槽の汚泥界面管理システムとして、圧密域と沈降域の二層の濃度を測り、データを蓄積していけば、より効率的な管理を行なえる可能性がある。すなわちそれらのデータをテーブルパターン化し、夏場、冬場、大雨時など、様々な外乱に応じた最適な界面制御を、人間の経験則に依らず、汚泥濃度のデータのみで自動的に判断させるのである。

また、様々な運転モードを付帯させることも可能であろう。例えば、重力濃縮槽を一時、貯留槽替りに使用するモード、脱水機の運転時間に対応させるモードなどである。

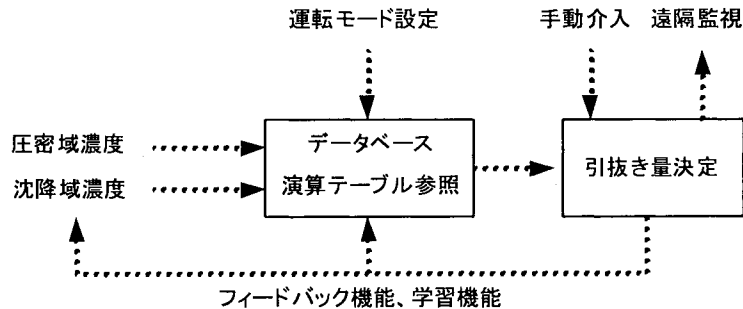


図6 重力濃縮槽管理システム例

#### 6 おわりに

初沈汚泥の重力濃縮槽を安定的かつ高効率運用することを目的に「2-2項①②」の両方を満足するシステムを考案、検証したが、実機での効果については未確認である。

しかし、余剰汚泥の重力濃縮槽においては、少々違った方法ではあるが、既に実機での成功が報告されている<sup>2)</sup>ことと、初沈汚泥が余剰汚泥と最も異なる点、すなわち降雨などの影響により無機分量が急激に変化することと、腐敗性が高いことに留意してシステムを組んだことにより、十分、効果を期待できるものであると考える。

#### 参考文献)

- 1) 澤井正和：下水汚泥の濃縮・消化・熱処理工程における効率化技術とその評価に関する研究，学位論文（1999）
- 2) 黒田他：減圧処理装置を用いた下水汚泥重力濃縮槽の自動管理システム，第7回環境システム計測制御研究発表会 Vol.3 No.2 P 35～40（1998）