

汚泥中に含まれる繊維分の挙動について

(財) 愛知水と緑の公社

○ 林 恭 子
犬 飼 茂
牛 丸 巖

1. はじめに

各方面で省エネルギーが求められている近年、下水処理場においても様々な省エネルギー対策が検討されている。下水処理におけるエネルギー使用状況をみた場合、汚泥処理に係るエネルギー使用量の占める割合は高く、効率的な汚泥処理管理が省エネルギーに寄与するところは大きい。水処理施設においてのみではなく、汚泥処理施設においても効率的な運転管理が求められる。

汚泥処理を安定的に管理するためには、濃縮・脱水工程に供給する汚泥の性状をいかに均一に保つか、ということがポイントとなる。しかしその一方で、流入渠の水位変動など、水処理における汚泥負荷の変動が汚泥処理の安定性に与える影響は大きく、この点の両立が効率性を検討する上での課題といえる。

そこで今回脱水効率の向上を目的として汚泥中に含まれる繊維状物に着目し、温度や滞留時間等、想定される環境中での挙動について調査を行った。

2. 汚泥処理プロセス概要

一般的な愛知県内流域下水道における汚泥処理プロセスを図-1に示す。

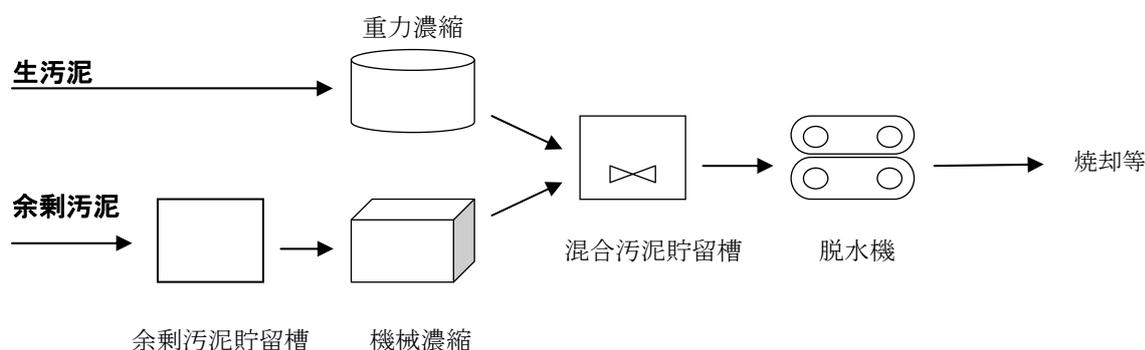


図-1 愛知県内流域下水道における一般的な汚泥処理プロセス

沈降しやすく濃縮しやすい初沈引抜汚泥（以下生汚泥と記す）は重力濃縮、濃縮しにくい余剰汚泥は遠心濃縮や浮上濃縮等の機械濃縮、といった分離濃縮のスタイルをとっている。

3. 生汚泥負荷変動

(1) 調査方法

生汚泥は、初沈からすばやく重力濃縮槽に送泥することが多い。腐敗を防ぐためや濃い汚泥による引き抜き不良が起こることを回避する為、初沈滞留時間を長くしないように運転することを心掛けている。その生汚泥は流入渠水位を低くすることにより固形物量が増える時間帯があり、負荷変動が起こっていることが考えられる。その負荷変動がどのように起こっているか把握することは後工程で重要となってくる。そこで、1日の流入汚泥の負荷変動を把握するため、流入SSから汚泥量を算出した。

(2) 調査結果

初沈沈澱汚泥量を算出したところ、1日で大きな変動が見られ固形物量の少ない時間と多い時間帯では、

6倍以上の差が見られる日もあった(図-2)。揚水量にはほとんど変化なく、この様に固形物に変動があった要因としては、生活時間帯による水質の変動にもよるが、流入渠水位が低くなった時に底部に貯まった汚泥が流入したことが要因と考えられる。

このように、汚泥の流入には変動があり、この状況を考慮した初沈や重力濃縮槽の運転を検討することは、汚泥処理における脱水効率をあげるためには必要である。

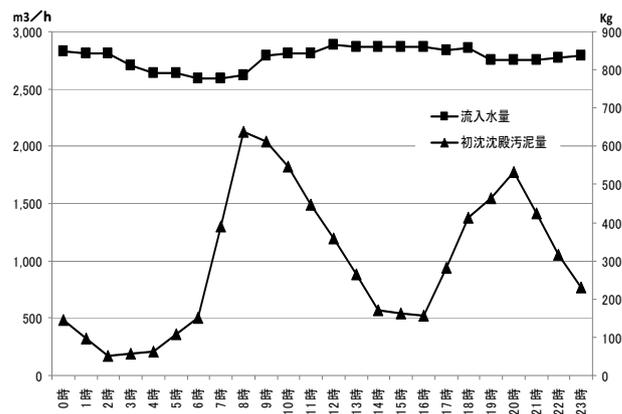


図-2 生汚泥の日変動

4. 汚泥を長時間貯留させた時の性状変化

生汚泥の流入には変動があることが確認されたが、これらを1日の中で均等に分散させようとするには、どこかで貯留する必要性が出てくる。しかし、貯留した場合、夏場などには腐敗が懸念される。腐敗は汚泥の性状に変化をもたらすため注意が必要である。汚泥性状の中でも、繊維分は脱水性を左右する要因であるため流入した繊維分を維持することが望ましい。

そこで、汚泥を長時間滞留した場合、繊維分においてどのように変化するかを調査検討した。

4. 1 重力濃縮槽における初沈引抜汚泥の性状調査

(1) 調査方法

重力濃縮槽は、重力の場において汚泥粒子と水との比重差を利用して自然沈降させ圧密濃縮を行う。分離濃縮管理では生汚泥の濃縮を担う。生汚泥は通常沈降しやすく濃縮しやすいが、水処理の運転状況により汚泥発生量の変動が大きくなることが多い。短時間に大量の汚泥が投入されたり、汚泥の沈降性が悪化した際には滞留時間が長期化する。

このようなケースを想定して、1 Lポリ瓶に生汚泥1 Lを入れ20℃、25℃、30℃の恒温槽に静置し、22 時間後および 48 時間後の汚泥性状の変化を調べた。ただし、静置時にはガスの発生により瓶が膨張して破裂するのを防ぐため、ゆるく蓋を開放した。

また、機械濃縮汚泥については余剰汚泥となっており汚泥中の繊維分がほとんどないことがわかっている。繊維分という点では性状変化が少ないので今回の調査では対象外とした。

(2) 調査結果

全ての検体について繊維分の減少がみられたが、設定温度が高いほど減少速度が速く、また経過時間が長くなるほど減少量は多くなった(図-3)。

全ての検体について、いったん沈降・圧密した汚泥は時間の経過とともに膨化・浮上した。浮上汚泥には気泡の付着が確認された。pH が時間の経過とともに低下していること、また静置温度が高いほど急激に低下

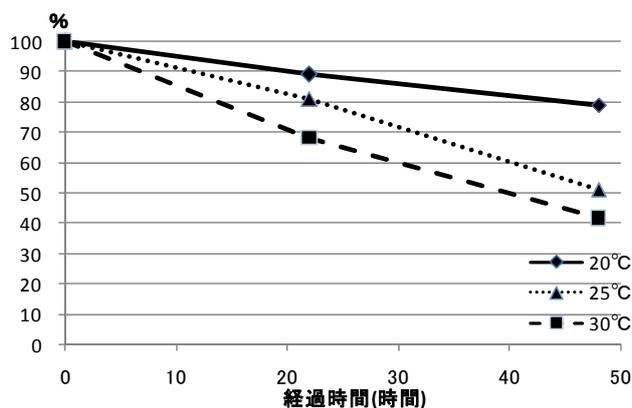


図-3 生汚泥繊維分の減少率の推移

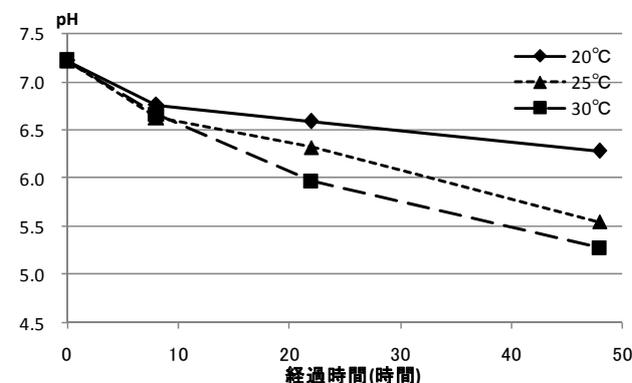


図-4 生汚泥濃縮中のpHの変化

していることから、有機物が分解され気泡が生じ、生成された有機酸等の影響により pH が低下しているものと思われる(図-4)。

高水温時に重力濃縮槽内での長時間滞留した場合、汚泥浮上による引抜き汚泥量の減少により悪循環的に滞留時間が長くなり、繊維分の減少が促進されるものと考えられる。また汚泥 pH の低下により脱水時に凝集剤の有効 pH 領域を逸脱するおそれがある。

処理場へ流入する生汚泥量は流入渠水位により時間変動がどうしても大きくなる。この影響を受けやすい重力濃縮槽では濃縮濃度の変動を生みやすく、最終的には脱水工程での含水率・薬注率へ大きく影響する。逆に初沈から重力濃縮槽へ送る固形物量を平準化するために重力濃縮槽での滞留時間を必要以上にとって一日の濃縮汚泥濃度を平均化することは汚泥中の繊維分を消失させ、脱水性能を悪化させることになり、この点を両立させることが課題となる。

4. 2 混合汚泥貯留槽における混合汚泥の性状調査

(1) 調査方法

重力濃縮汚泥と機械濃縮汚泥を一定比率で完全混合させる混合汚泥貯留槽は、「脱水機供給汚泥の調質」として機能する。汚泥脱水設備を昼間だけ運転したり、点検時等、脱水機の運転に制限がかかった際には滞留時間が長期化する。

このようなケースを想定して、重力濃縮汚泥と機械濃縮汚泥を固形物比 1 : 1 となるように混合し、汚泥性状の変化を調べた。混合汚泥は室温(25℃)にてスターラー攪拌した。また、同条件下で重力濃縮汚泥単独でも比較のために調べることにした。

(2) 調査結果

全ての検体について繊維分の減少がみられた。混合汚泥と重力濃縮汚泥単独とを比較した場合、混合汚泥の方が減少速度が速く、最終的な減少量も多かった(図-5)。

また、同様の調査を異なった温度により実施したところ、温度が高い方が減少量は多くなった。

混合汚泥貯留槽では重力濃縮槽での繊維分の減少より速くなる。特に繊維を多く含む生汚泥が濃縮された重力濃縮汚泥と余剰汚泥が濃縮された機械濃縮汚泥が混合された混合汚泥貯留槽では滞留時間を必要以上に長くしない配慮が必要となる。温度の高い夏期については特に注意を要する。

混合汚泥貯留槽から脱水機に供給される汚泥は濃度変動が少なく一定であることが脱水を安定させることにつながる。そのためにはここに入る各汚泥が極力一定の固形物量で投入される必要がある。汚泥を移送する各ポンプの能力範囲を慎重に考慮すべきである。

5. まとめ

汚泥の脱水を安定的に効率よく行うには、汚泥中の繊維分をより高く維持する事が必要であり、そのために、水処理を含めた汚泥の管理を行っていく必要がある。

また、繊維分をより高く維持するためには、濃縮時間や滞留時間が必要以上に長くならず一定濃度で脱水機へ供給可能となる槽の容量や送泥能力の検討も今後必要と考えられる。

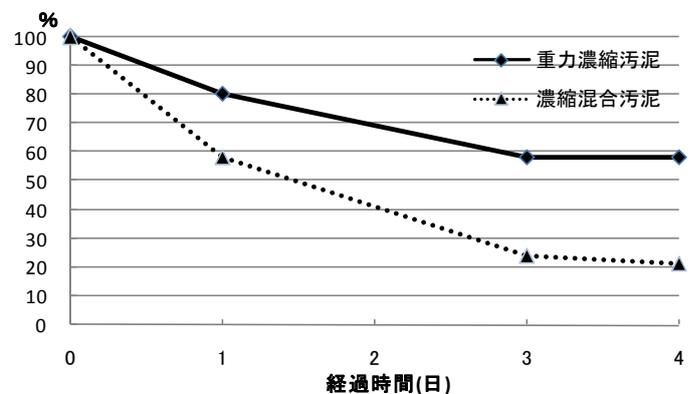


図-5 各汚泥の繊維分の減少率の推移