

ゲル化剤を用いた汚泥の沈降性促進法と沈殿槽の管理

新菱冷熱工業(株)技術開発部 ○鹿毛 正司 塩尾 康実

現在、廃水の活性汚泥法による処理施設に於ける維持管理上の問題点として、沈殿池での汚泥の沈降性の悪化があげられる。この原因としては、処理施設に対する流入負荷の増大、極端な流入水量の変動、微生物に対する栄養物のアンバランス等種々の原因が考えられるが、いずれにしても汚泥の沈降性の悪化は、沈殿池に於ける汚泥の流出、濃縮槽に於ける濃縮率の低下、曝気槽内MLSSの制御の困難さ等を引き起こすため、早急に解決しなければならない問題である。

従来から活性汚泥法を用いた廃水処理設備の管理方法として、曝気槽のMLSSを一定とするために、返送汚泥量及び返送汚泥濃度を自動測定機器により測定し、曝気槽内のMLSSを一定に保つ方法が提案されているが、汚泥中には多くの夾雑物が存在することから、測定機器の信頼性が無いこと、又、測定対象が微生物体であることからF/M比やMLSSを一定としても、汚泥の沈降性悪化現象を防ぐことは困難であること等問題点がある。

活性汚泥の管理方法には、曝気槽のSVIを測定して曝気槽内汚泥の沈降性の状態を把握する方法が従来からとられており、一般的にSVIが100前後であれば沈降性の良い汚泥であるとされている。そこで、常にSVIを100前後に保つことにより、以下の効果を得ることができる。

- ① 水温や外気温に係りなく沈降性の良い汚泥が得られるため、年間を通じて曝気槽濃度を一定にして沈殿池の安定した運転ができる。
- ② 流入ピーク時に大量の廃水が流入しても沈殿池でのキャリオーバー現象を防ぐことができる。
- ③ 曝気槽のMLSSを高くした運転が可能になるため、流入水のBODに大きな変動がある場合でも十分対処することができる。
- ④ 沈殿池から引き抜かれる余剰汚泥の濃度が高くなるため、濃縮、脱水等の操作が容易となる。

従来の曝気槽混合液の沈降性改良方法には曝気槽に直接凝集剤を添加する方法や、塩素系薬品や他の薬品又はオゾンなどにより、糸状菌を殺す方法等がある。凝集剤を添加する方法は主に高粘性バルキング汚泥に用いられ、曝気槽混合液に対し50 mg/l程度の添加でSVIを低下させることができるが、持続力が弱いという問題点がある。殺菌剤を添加する方法は糸状性バルキング汚泥に対し用いられるが、これらの殺菌剤は糸状菌のみに選択的に効果があるわけではなく、ゾーグレア等の正常な菌体の増殖も阻害するため浄化効率が悪化するなどの問題がある。

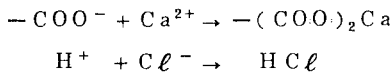
これに対し、ゲル式汚泥沈降促進法では、菌体を殺すことなくその形状を物理化学的に圧密の高い沈降性の優れた汚泥に改質するもので、本方法で改質された汚泥を曝気槽に戻すことにより曝気槽内SVIを改良するものである。

1. 原理及びフロー

ゲル式汚泥沈降促進法は、生成されたゲルが急激に収縮する際に、まわりに存在する粒子も同時に収縮される性質を利用したものである。ゲルの膨張、収縮は次のように考えられる。例えば、高吸水性樹脂は水分を吸収すると膨張して網目状態となり、内部に水を貯えゲルとなる。このような網目重合体となったゲルを維持するために、ゲルの内部に3種類の力が働いている。それは、ゴム弾性、重合体間の親和力、水素イオン圧力であり、これら3つの力がつり合ってゲルが維持されている。まずゴム弾性とは、たとえばゴムが圧縮されると張力は外向きに働き、引っ張りすぎると内側に力が働くようなものであり、通常、樹脂が十分に水を吸収した状態ではゲルを収縮させる方向に働いている。次に重合体間の親和力とは、重合体と溶媒間の相互作用による

もので、引力か斥力のどちらかである。重合体がポリアクリルアミドで溶媒が水およびアセトンの場合、アクリルアミドはアセトンより水によく溶けるため、溶媒中のアセトン濃度が高くなると、重合体間の親和力が大きくなりゲルは収縮を始める。最後に水素イオン圧力であるが、ゲルの中では、重合体より解離した正に帯電した水素イオンがゲル流体中に自由に動いている。しかし、負に帯電した重合体との電気的引力によってゲルの中に閉じ込められている。したがって水素イオンは容器の中に閉じ込められた気体分子のような圧力を生み出す。

ゲル式汚泥沈降促進法によるゲルの収縮は、第3番目の力である水素イオン圧力を減少させることを利用したもので、膨張したゲルに金属塩を加えると金属イオンが重合体と反応を起こし、重合体の負電荷を遮断し、水素イオン圧力を減少させる。この結果ゲルは収縮する。例えばゲル化したアクリル系高吸水性樹脂に塩化カルシウムを添加した場合、ゲル収縮の反応は次の様なものである。



このように、水素イオン圧力が減少するため、ゲルは重合体間の親和力およびゴム弾性により急激に収縮する。

図-1は、ゲル式汚泥沈降促進法により曝気槽内SVIを改良する場合の処理フローである。本方法は以下の3つのプロセスから成る。

- ① 曝気槽混合液又は返送汚泥の一部を濃縮
- ② 高吸水性樹脂の添加による濃縮汚泥のゲル化
- ③ ゲル化した汚泥の収縮

①のプロセスでは常圧浮上濃縮装置を用い、汚泥の固形分濃度を4%以上に濃縮し、②では濃縮汚泥に高吸水性樹脂を添加混合する。高吸水性樹脂は濃縮汚泥中の水分を吸収して膨張しゲルを形成するとともに、このゲルは濃縮汚泥中の固形分を取り込み、ゲル状の汚泥-樹脂混合物となる。③のプロセスではゲル状となった汚泥-樹脂混合物に金属塩を加えることによりゲルを生成しているイオンの平衡を崩しゲルを収縮させる。

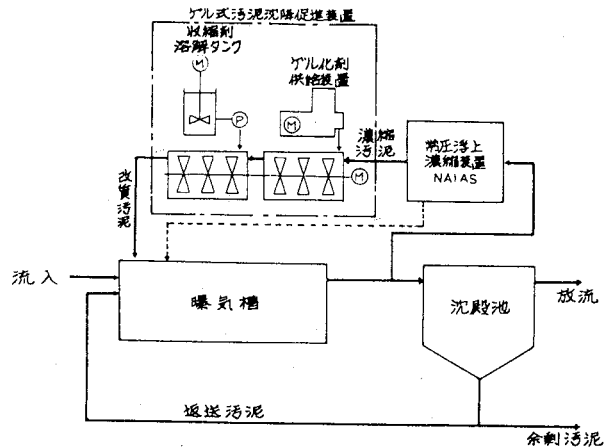


図-1 処理フロー

これらのプロセスを経た汚泥は見掛比重が大きく沈降性の非常に優れた汚泥に改質される。これはゲルの収縮と同時に汚泥中の固形分が樹脂のまわりに収縮され、樹脂を核とした収縮汚泥が生成されるためである。この方式によれば、糸状性の汚泥も樹脂とともに収縮されるため、圧密の高い沈降性の優れた汚泥に改質される。

2. 曝気槽内SVIへの効果

1) 改質汚泥の投入割合とSVIの関係

図-2はゲル式汚泥沈降促進による改質汚泥の曝気槽混合液に与える効果を判定するため、曝気槽混合液中の固形分量に対する改質汚泥の固形分量の割合を変えてSV₃₀を測定し、改質汚泥固形分の割合とSVIの関係をプロットしたものである。

実験はMLSS 2500 mg/ℓ, SVI 384の曝気槽混合液とSVI 56に

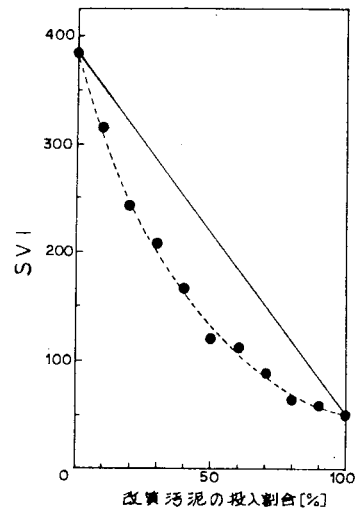


図-2 改質汚泥の投入割合とSVI

改質した汚泥を種々の割合で混合し、そのMLSSを2500 mg/ℓに調整した後にそれぞれのSVIを測定した。図中の●印は実測値であり、実線はSVI384の曝気槽混合液とSVI56の改質汚泥を混合した場合にその混合比から予想される計算値である。

図から明らかなように、曝気槽混合液に対する改質汚泥の割合が増加する程汚泥全体のSVIが低下することがわかる。又、混合比から計算される予想値よりも実測値がいずれも下回っていることから、改質汚泥が未改質の汚泥の沈降性を促進させる作用を持つことがわかる。

2) 改質汚泥の持続性

ゲル式沈降促進法の特長として改質汚泥が曝気槽に返送された場合の曝気攪拌に対する汚泥性状の持続性があげられる。図-3は高粘性バルキング汚泥に対して従来行われてきた高分子凝集剤の添加による汚泥の一時的沈降性改良法と本法との曝気攪拌に対する改質汚泥の持続性について比較を行ったものである。

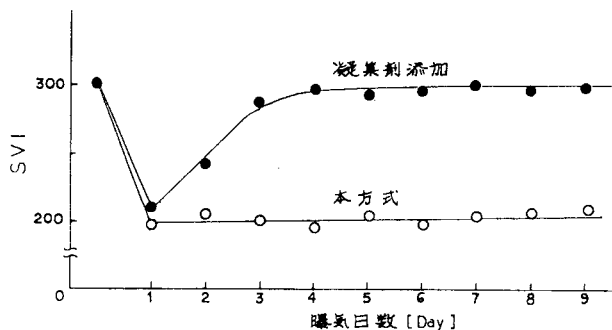


図-3 改質汚泥の持続性

凝集剤の添加による方法ではSVIが約300の処理対象汚泥に対し100 mg/ℓの高分子凝集剤を添加して廃水の入れかえをくり返し曝気を行いながらSVIの経時変化を測定した。本方法は同様のSVI300の処理対象汚泥に対し、改質汚泥の固形分量が測定対象汚泥の固形分量の20%を占めるように調整し、同様に廃水の入れかえおよび曝気を行いながらSVIの経時変化を測定したものである。尚、MLSSは1800 mg/ℓに調整した。

図から明らかなように高分子凝集剤を添加した汚泥では添加後2日間はある程度低SVIを維持するが、3日後には高分子凝集剤添加前のSVIに戻ってしまう。本法によれば7日間以上曝気を行っても低SVIを維持することがわかる。

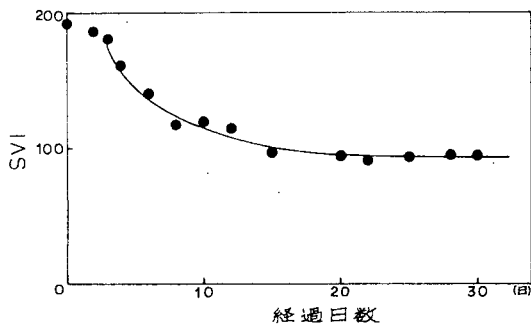


図-4 SVIの経過変化

3) フィールド実験結果

都内のコミュニティプラントに於いて行ったゲル式汚泥沈降促進法のフィールド実験結果を以下に述べる。

実験は図-1に示すフローにより行い、プラント内の返送汚泥ピットより返送汚泥の一部を分取して常圧浮上濃縮装置、ゲル式汚泥沈降促進装置に送り、ここで汚泥の改質を行った後改質汚泥を曝気槽に戻すことにより曝気槽混合液の沈降促進を行った。改質汚泥の返送固形分量は30 Kg/Dであった。

実験結果を図-4, 5に示した。図-4は曝気槽混合液のSVIの経時変化をプロットしたものであるが、本法によりSVIを50まで改質した汚泥を曝気槽に戻すことにより実験開始当初SVIが190以上であった曝気槽混合液の沈降性が

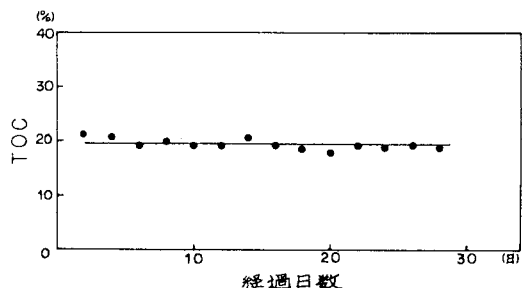


図-5 処理水のTOC

10日程度の運転期間でSVI100まで改良された。この間改良に要した改質汚泥の総返送固形分量は20%であった。

図-5は処理水のTOCを測定したものであるが、実験期間中を通じて常に10~20ppmと安定しており、本方式により曝気槽の浄化効率が低下することは認められなかった。

3. まとめ

ゲル式汚泥沈降促進法は、曝気槽内混合液のSVI値を低く保つことにより廃水処理施設の運転を管理するものである。フィールド実験結果から、曝気槽内混合液中の固形分量の20%を改良した汚泥で置き換えることにより、曝気槽内混合液のSVIを100以下にすることができる。SVIが100以下になった汚泥は汚泥単位重量当りの体積が非常に小さいため、沈殿池での汚泥界面が下がり、大きな水量負荷に対しても充分対処できる。又、改良汚泥の返送割合により曝気槽内混合液のSVIを一定に保てるため沈殿池から引き抜かれる汚泥の濃度が高くなると同時に安定することから、返送汚泥の量及び濃度の制御が容易になる。

本方式は、処理場の運転管理において流入水や返送汚泥の量及び濃度を自動測定機器によりコントロールするものではなく、曝気槽内混合液の質を改良するものであるから、水温や流入水質の変化によって生じる活性汚泥の性状変化(糸状性微生物の増加等)にかかわり無く曝気槽や沈殿池の運転管理を行うことができる。従って、本方式によれば従来のDO制御やMLSS制御方式では避けられなかったバルキング現象を未然に防止することができ、又、バルキング現象が起きている施設に対してはこれを早急に解決することができる。

参考文献

- 1) Tanaka, T : Physical Review Letters. Vol. 40, No.12, 1978.
- 2) Tanaka, T. et al : Physical Review Letters, Vol.45, No.20, 1980.
- 3) 田口 広 : 水処理技術 Vol.18, No.5, 1977.