

オゾン洗浄による水質計測システムと 水処理プロセス制御への応用

三菱電機(株)制御製作所 ○戸根川 寿志 宮内 敏治 中堀 一郎

〃 応用機器研究所 四元 初男

西宮市 多志満 弘夫

1. はじめに

活性汚泥処理プロセスは、処理水質を支配する下水処理プロセスの中核プロセスであり、また、エネルギー的にみても処理場消費電力の30～50%を占めている。このため、処理プロセスは効率的で日常運転の容易な管理法が望まれている。活性汚泥処理プロセスの主要な管理として、送気量管理(DO制御など)や活性汚泥量管理(汚泥総量制御など)がある。これら処理プロセスの制御の必要性、有効性は認識されてきていると考えられるが実際のプラントの制御では流入下水量による簡単な比例制御が行われている例が多い。この主要原因として、水質測定値の信頼性、安定性が問題とされており、信頼性が高く、維持管理の容易な水質計測システムが望まれている。水質計器の維持管理上、最も大きな障害は、水質計器に付着するスライムや藻類などの微生物であり、これらの除去に多大の手間を要しているのが現状である。

本稿では、オゾンによる自動洗浄機能を備えた採水方式の水質計測システムを用い、水質計器を長期間無保守で使用し、水質測定を行った結果を報告するとともに、本水質計測システムを用いた下水処理プロセス制御への適用例について述べる。

2. オゾン洗浄による生物付着防止のメカニズム

水質計器や採水管の固体表面と液体界面は、有機物やバクテリアが濃縮集合しやすい。固体表面に付着したバクテリアは多糖類などの粘着性物質を分泌し、バクテリアの付着を助長する。

さらに水中の懸濁物をフロック化し固着させ、生物性スライムが形成される。図-1にスライム形成までの過程を示す。

このように、生物付着は段階的に進行するため、一連の過程の初期段階を停止すればスライムの付着は抑制される。従って、初期段階のバクテリアを殺菌する事が効果的である。

オゾンは、最も強力な殺菌剤であることからこの目的を充分達成できる。しかも、バクテリアの増殖は初期段階において比較的ゆるやかであり、オゾン洗浄を連続的に行う必要はなく、1日1～2回でよい。さらに、オゾンの半減期は他の殺菌剤の塩素、または次亜塩素酸ナトリウム等に比較して充分短いため、処理後の影響はほとんどない。

3. 装置の概要と水質測定実験の概要

本装置は、大別して採水計測部とオゾン発生供給部で構成される。採水計測部は、試料水の採水と水質計器による自動計測を行い、オゾン発生供給部は、オゾン発生器で得られたオゾンを貯留し、水質計器や採水配管を洗浄するための高濃度オゾン水を供給する。

装置の構成を図-2に示す。

試料水の採水は最大4系統まで可能で採水場所は任意に設定でき、水質計器は装置内に設置(DO計は採水配管内)され、保守点検も非常に容易である。採水系統の切替え及び水質計器の切替え、さらに、オゾン洗浄の動作

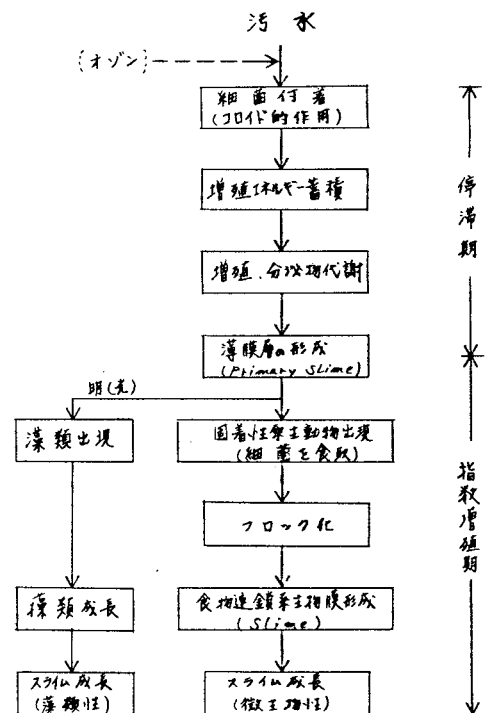


図1. スライム形成フロー

は全てシーケンスコントローラーで制御され、完全自動で運転できる。動作フローを図-3に示す。

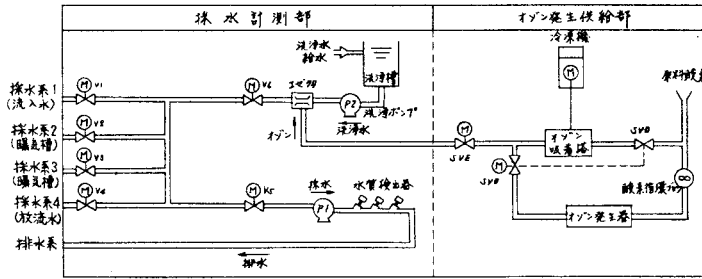


図2. 水質計測装置構成図

今回の実験における試料水の採水は、流入下水及び曝気槽水、処理水とした。水質測定項目は、流入下水、処理水についてはUV計による有機汚濁濃度を、曝気槽水についてはMLSS濃度とDO濃度をそれぞれ測定した。また、採水計測と同時に浸漬型水質計器による採水地点での同時測定を行い、オゾン洗浄の有効性の調査と、双方の測定値についての信頼性、安定性を調査した。

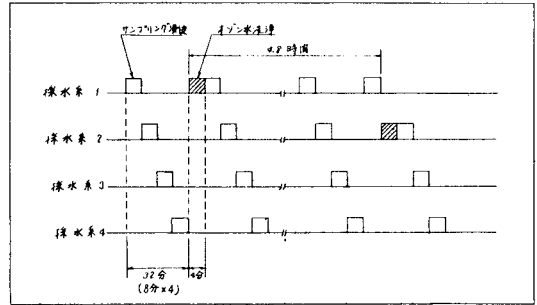


図3. 動作フロー図

4. 水質測定結果とオゾン洗浄効果

本装置を用い、実際の下水処理プロセスにおいて水質測定を行い、オゾン洗浄による信頼性の維持状態と、無保守で使用した水質計器の信頼性を比較調査した結果を示す。

1) MLSS 濃度測定結果

採水装置に設置されたMLSS計の測定値と手分析値及び採水地点に浸漬されたMLSS計の測定値を図-4に示す。今回使用した両MLSS計は、ワイパー機構により採水と洗浄を行うものである。75日間の調査では、採水装置内のMLSS計は手分析値と比較して約±1%の精度で測定できた。一方、採水地点に浸漬されたMLSS計は25日目より約+2%の誤差が生じ、最終的な誤差は+4%であった。この差は、ワイパー機構の洗浄が不十分であることを示し、オゾン洗浄の効果はスライムの付着を完全に防止しているためである。

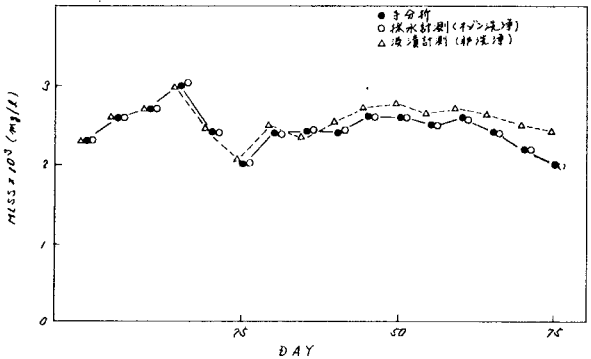


図4. MLSS濃度測定結果

2) DO 濃度測定結果

活性汚泥中のDO濃度は、細菌や微生物による酸素の消費により採水方式での測定で真値を求める事は困難である。本装置では採水地点より3mの位置にDO計を設置した。この位置での減衰量は夏場の最も激しい場合でも0.014 mg/l、冬場では0.010 mg/lであり、実用的には無視できる。

採水配管での測定値と、採水地点に浸漬したDO計の測定値及びラボ用DO計の測定値を比較した結果を図5に示す。図中、20日間位は両者に良好な測定値を示し

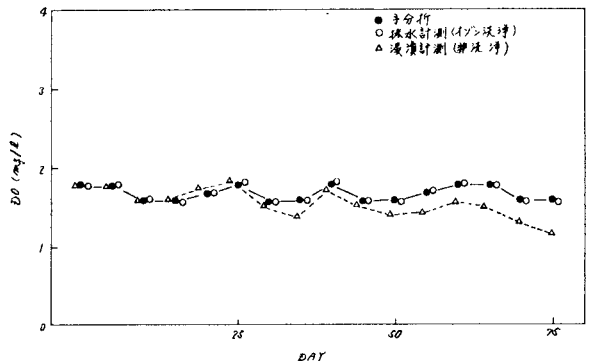


図5. DO濃度測定結果

ているが、その後浸漬されたD O計は除々に変化しはじめ、比較用ラボD O計との誤差は最大6%、最少3.3%であった。採水装置の、配管に設置されオゾン洗浄しているD O計は、比較用ラボD O計とよく一致し、誤差は最大1.5%FS、最小0.2%FSである。浸漬したD O計の誤差は、隔膜にスライムが付着した事により、水中の酸素が隔膜を通る拡散速度が遅くなったために起ったものである。採水装置の配管に設置されたD O計は、オゾン洗浄されるためスライムの付着はなく、従ってスライムによる誤差の発生も防止された。これらの結果より採水方式によるD O濃度測定の実用性が実証された。

3) UV計による有機汚濁物濃度の測定結果、

水中の有機汚濁物濃度指標としてUV計による紫外吸光度法が有効である事から、下水処理プロセスでも使用されている例が多い。しかし、採水配管や光学セル内への藻類付着あるいはスライム付着等によりその信頼性、安定性が失われている。実験では、ワイパー機構による採水及び洗浄を行うタイプのもを使用し、オゾン洗浄とワイパー洗浄の効果を比較した。調査結果を図6に示す。7.5日間の調査で、ワイパー機構のUV計はスパンの変動が約+4%、ゼロ点の変動が約+2%であった。一方、オゾン洗浄されているUV計のスパン及びゼロ点の変動は全く認められなかった。この結果はワイパー機構による洗浄では付着物の完全な除去ができない事を示しており、オゾン洗浄ではスライム付着の原因となる粘着性物質まで完全に分解するため、常に光学セル内を清浄に保持できる事を実証しているものである。

また、UV吸収とCOD、BODの相関によって求められる有機汚濁物濃度は、UV計の測定精度に影響されることから長期間信頼性を維持しなければならない。今回の調査期間でUV吸収とCODの相関、及びBODとの相関を求めた結果を図7.8に示す。

UV/CODは一般的に高い相関があるとされている。本調査において相関数R = 0.964と良好な結果が得られた。

UV/BODは相関が低いとされているが、本調査では相関係数R = 0.978と非常に高い相関が得られた。

この結果は、配管内や光学セル内の藻類やスライムの付着を防止し、常に清浄な状態で測定できるため得られたものである。特に、流入水中のBOD、CODの測定は、油脂類の影響により光学部が汚れ、精度が悪いとされているものに対し、今回の結果ではその影響は全くなく高精度で測定できた。

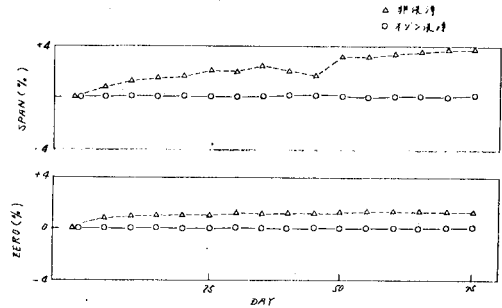


図6. UV計の特性調査結果

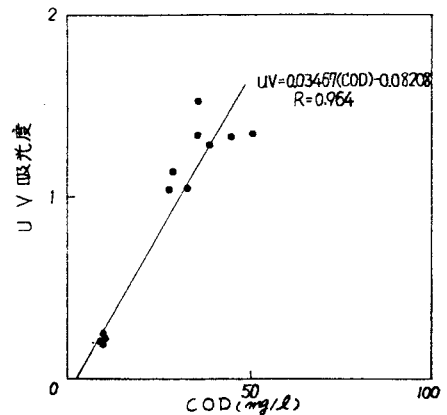


図7. UV吸光度とCODとの相関

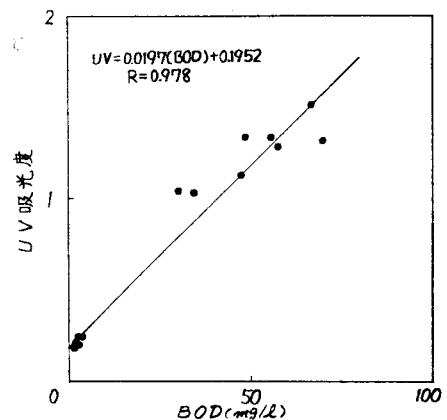


図8. UV吸光度とBODとの相関

5. 水処理プロセス制御への適用例

下水処理場での活性汚泥処理プロセスにおける水質管理において、オゾン洗浄式自動計測システムは、長期間安定に、かつ精度よく水質測定できることを前記した。

ここでは、活性汚泥処理プロセス制御例として、汚泥量の定量管理が実現出来、処理水質の安定化がはかられる汚泥総量制御と、有機物／SS負荷制御に本システムを適用する例について述べる。

汚泥総量制御は、余剰汚泥引抜量を調節して、曝気槽と最終沈澱池に貯えられている汚泥総量を適正值に保持する制御である。¹⁾ 汚泥総量を直接計測することはできないため、MLSS濃度、返送汚泥濃度、流入下水流量、返送汚泥量などの計測値より推定している。

有機物／SS負荷制御は、流入下水の有機物負荷に応じて、汚泥総量および返送汚泥量を調節することにより有機物／SS比を長期的に安定化させる制御である。有機物濃度はオンラインで直接測定することが難かしいためUV値より換算している。従ってこれら2つのプロセス制御のいずれの場合も、安定で精度の高い水質計測は必要となっている。

図-9に採水式水質測定装置を導入した適用例を示す。図からわかるように、水質計測装置では、曝気槽入口のUV、曝気槽内のMLSS、最終沈澱池出口のUV、SSを測定し、プロセスコントローラに入力する一方、流入下水流量、返送汚泥濃度、返送汚泥流量、余剰汚泥流量を入力することにより、プロセスコントローラで汚泥総量および有機物／SS比を演算し、返送汚泥ポンプ、余剰汚泥引抜ポンプを制御する。このように汚泥総量制御と有機物／SS負荷制御を行うが、本システムを用いる事によって長期間信頼性の高い水質計測が可能で、安定した高度な制御が実現できる。

6. おわりに

オゾン洗浄による水質検出器の信頼性と安定性についてはフィールドテストにより確認された。この結果、水質計器の保守性が大幅に改善され、処理プロセスの維持管理に対する省力化という点で一つの素地作りをなし得たと考える。同時に本システムの導入により、高効率化を旨とした処理プロセス制御の実プラントへの応用が一層促進されることを念願する。

(参考文献)

- 1) 前田ほか：「活性汚泥プロセス制御の運用効果の評価方法」 下 wastewater 処理の自動制御を水質の計測監視に關するワークショップ P 81～84 (1980)

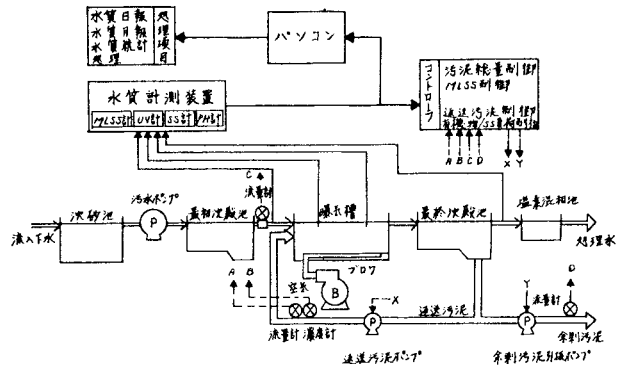


図9. 水質計測装置のプラントへの適用例