

# 単機能モジュール群による 下水処理場運転管理支援システムの構築

古川誠司<sup>\*</sup>、津村和志<sup>\*</sup>、平岡正勝<sup>\*</sup>

<sup>\*</sup>京都大学工学部衛生工学教室  
京都市左京区吉田本町

## 概要

寝屋川南部流域の川俣処理場では、計算機、連続計器などの計装システムを導入し、下水処理場運転管理の高度化へ向けて様々な研究が行われている。その結果、MLSS一定制御<sup>1)</sup>、DO一定制御<sup>2)</sup>などの成果をおさめるに至った。

制御系を用いた運転が実現できれば、次は「いかに制御すればよいか」という問題を考えることが必要となってくる。処理場で連続収集されたデータは、制御に直接利用されるだけでなく、この問題を考える上でも有効である。

本研究では、この利用を実現するために、単機能を有する運転管理モジュール（単機能モジュール）群の集合体による運転支援の提案を行う。またその具体例として、これらモジュール群の一部である、コスト管理モジュール、硝化評価モジュール、硝化の経済性評価モジュールの構築結果と、その使用結果について報告する。

## キーワード

データの連続計測 制御系の構築 運転管理支援システム 単機能モジュール群 コスト管理モジュール  
硝化評価モジュール 硝化の経済性評価モジュール

### 1. 運転管理支援システムの構想

我が国における下水処理プロセスシステムの分野への制御の導入は、他の分野に比べて立ち後れている。しかし、データの連続計測から制御系の構築へ、という方向で、ゆっくりとではあるが、進みつつある。

連続データが、制御に利用できるようになった後は、さらにそれが、運転状況の把握のためにも利用できるようになる状態が望ましい。すなわち、視神経から送られてきた信号が、直接、運動を司る筋肉系へ送られるばかりでなく、脳の上位にも伝えられ、色や動きなどの様々な情報が連合野で

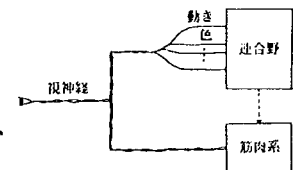


Fig.1 視神経からの情報の流れ

結びついて、視野の状況が理解されるという (Fig. 1)、人間の頭の中のような構造が目指されるわけである。

下水処理プロセスシステム制御においては、筋肉系が実際の制御系に、連合野が運転管理支援システムにあたり、後者は「いかに制御すればよいか」という問題に対して、運転状態を表すデータから、計算機なりの判断を運転管理者に与えてくれるものである。連合野で結びつく前の、視神経の一本一本は、運転管理支援システムの機能を分担するサブシステムとしてのモジュール (単機能モジュール) 群であり、Fig. 2に示すように、データ管理モジュールをベースとして、これによってフィルタリングされ、信頼できるようになったデータをもって、各々が駆動する。

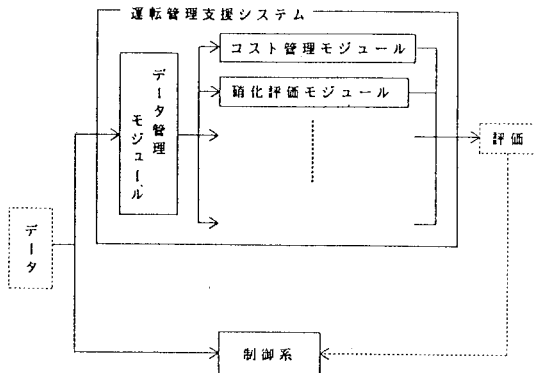


Fig.2 運転管理支援システム

単機能モジュールとして何が必要であるかは、様々な考え方があると思われるが、一つの考え方として、例えば川俣処理場では、下水処理システムは、沈降濃縮プロセス、活性汚泥プロセス、汚泥処理プロセスの三つに分割することができ<sup>3)</sup>、(1)各プロセスの評価を行うモジュール群、(2)複数のプロセスの評価を行うモジュール群、(3)システム全体の運転管理を行うモジュール群、の三つにグループ化することが可能である。詳細をFig. 3に示す。

## 2. コスト管理モジュール

下水処理場も現実のプラントである以上、コストを評価指標の一つとして考えねばならず、その構築は、運転管理支援システムを実用的なものとするために、必要不可欠であるといえる。そこで、川俣処理場でのヒアリングを参考にコスト計算の方法を決め、オンラインデータからコスト計算を行い結果を表示する、コスト管理モジュールプログラムを作成した。作成の際には、項目別の表示や、経時変化のグラフ化などマンマシンインターフェイスの充実を図るよう意識した。

実績値との比較については、コスト管理モジュールによる計算値と実績値とを各項目の使用量で比較してモジュールの信頼性を検討した。電力量 (Fig. 4) をはじめ各項目ともほぼ一致しており、一次近似としてはこのモジュールで十分な精度があるといえる。

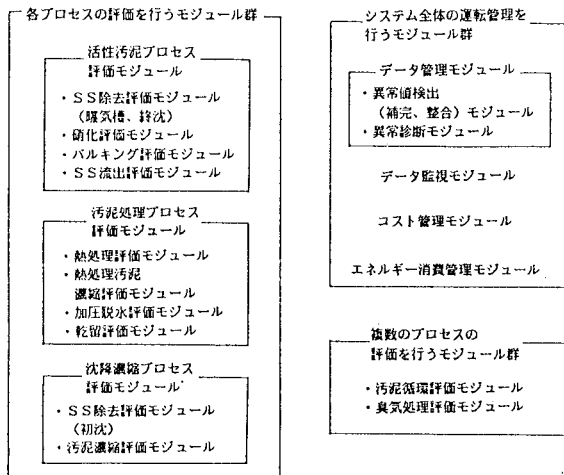


Fig.3 川俣処理場における単機能モジュール群の例

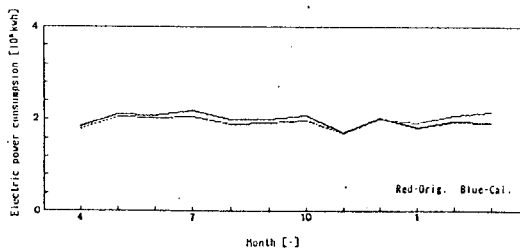


Fig.4 電力量総量 (昭和62年度)

### 3. 硝化評価モジュール

どの様な条件下で硝化が起こるのかを明らかにすることも、かねてから下水処理場で問題となっている。そこで、硝化プロセスに関わるモデルを文献レビューより整理し<sup>3)4)5)</sup>、オンラインデータによって表される運転条件のもとで、硝化が起こるか起こらないか、起こるとすればアンモニア性窒素除去率はどのくらいかを判断するプログラムを作成した。

川俣処理場での実績値と計算値 (Fig. 5) とを比較すると、夏場によく硝化が起こるといふだいたいの傾向は一致している。両者が違っているところもあるが、今回用いたモデルは定常状態を表現するものであり、また、いくつかの簡略化が行われていることを考慮すれば、これも一次近似としては十分その使用目的にかなうモジュールを作成することができたといえる。

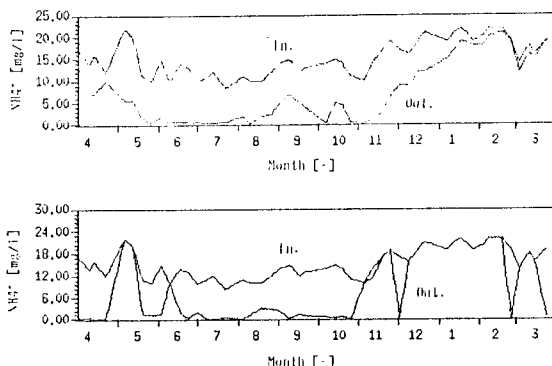


Fig.5 曝気槽1系のアンモニア性窒素濃度  
(上・実績値、下・計算値)

### 4. 硝化の経済性の評価

硝化の進行を決定する操作因子としては、DO (溶存酸素濃度) と SRT (汚泥滞留時間) が代表的である。すなわち、DO→大、SRT→大のとき硝化がおこる。この条件を満たそうとすると、SRTを長くすることによって、余剰汚泥発生量は減少するが、DOを大きくするために送風量を増加させなければならない。つまり、余剰汚泥発生量と送風量はトレードオフの関係にあり、硝化を起こしたときと起こさないときでは、コストにどのような差が出るのか、これまで明らかにされていなかった。そこで、コスト管理モジュールと硝化評価モジュールとをリンクさせることによって、硝化の進行の度合 (アンモニア性窒素除去率) と、それにとりまなう余剰汚泥発生量、送風量を算出し、これをコストに換算して、硝化の経済性の評価を試みた。

具体的には、SRTを横軸、DOを縦軸にとりて、コストとアンモニア性窒素除去率のコンター (Fig. 6) を描いた。

まず、アンモニア性窒素除去率について、除去率が高くなるほど、それを実現するのが難しくなることがわかる。

コストでは、SRTが小さいときDOは余りコストに影響しないがSRTが大きくとDOの影響が現れること、DO一定でSRTを大きくしていても、余剰汚泥発生量の減少よりBOD<sub>5</sub>除去率の増加にとりまなう送風量の増加の影響の方が強く出て、コストは安くならないことなどがわかる。

さて、硝化を起こしたときと起こさないときとはコストにどのような差が出るかという問題であるが、結論から言うと、運転状態の初期値をどこに置くかによってことなり、一般的な法則を明文化

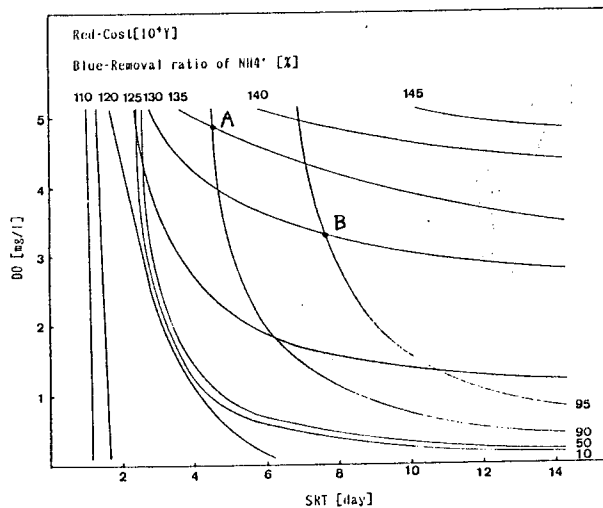


Fig.6 夏のコンター (7/6~7/13)

することは難しい。

例えば、DOが1mg/l付近で二つのコンターが平行に並んでいる範囲では、硝化とコストとは比例関係にあり、硝化を起せば必ずコストは高くなる。ところが、DOが高くコンターがクロスしているような所では、DO→小、SRT→大という操作によって、コストを下げながらアンモニア性窒素除去率を上げるという運転(点A→点B)が可能である。

よって、実際の運転管理では、オンラインデータで描かせたその時々コンターをオペレータが見て運転形態を判断するという形を取ることが望ましい。

## 5. まとめ

前項でも述べたように、本研究の成果として、DOとSRTを設定した時、流入水質・量のオンラインデータを用いて、硝化の進行と、コストが計算できるようになった、ということがあげられる。今回、汚泥量の減少がコストに余り効いてこない等の知見が得られたが、これは、汚泥処理系に熱処理を入れている川俣処理場での現象であり、このような計算は、今後、処理場ごとに行われていくべきであろう。

これまで、こういった作業が、処理場内部で行われたことはあつただろうが、本研究において、オンラインの連続データを用いて実行された、ということに意義があり、運転管理支援システムの開放化という面においても、一石を投じることができたのではないかと筆者は考えている。

以上、今回の研究によって、運転管理支援システム構築のための足がかりをつかむと同時に、単機能モジュール群による連続データ利用の有効性を示すことができたといえる。

## 参考文献

- 1)山村俊、島田敬三、藤田逸朗；「大規模下水処理場に置ける余剰汚泥引抜量を操作変数としたMLSS自動制御」、第25回下水道研究発表会講演集(1988)
- 2)島田敬三、檜物良一、藤田逸朗；「ブロー自動運転をともなつたDO一定制御」、第26回下水道研究発表会講演集(1989)
- 3)榎本方士；「下水処理場における運転管理技術の確立に関する研究」、京都大学大学院工学研究科衛生工学専攻修士論文(1987)
- 4)窒素除去技術集大成編集委員会；「窒素除去技術集大成」、CMC Center, Inc. (1976)
- 5)Lauria D. T., Uunk J. B. and Schaefer J. K. "Activated Sludge Process Design" Journal of the Sanitary Engineering Division ASCE, Vol.103 August 1977, pp625-645