

オキシデーションディッチ法運転管理支援システムの開発

佐々木康成*

初又繁**

松永岩夫**

福嶋 俊貴***

寺崎健****

松井照明****

* 富士電機総合研究所 水処理・バイオ研究所 横須賀市長坂 2-2-1

** 富士電機株式会社 公共システム事業部 千代田区有楽町 1-1 2-1

*** 富士ファコム制御株式会社 水処理システム部 日野市富士町 1

**** 富士電機総合研究所 情報システム研究所 日野市富士町 1

概要

オキシデーションディッチ法（以下OD法）が地方中小都市に急速な普及しつつあるが、それに伴って専門技術者の不足が顕在化してきた。また、OD法の現在の監視制御設備は維持管理に対する支援機能が低い。こうした課題に対応し、OD法の維持管理を総合的にサポートする目的で、パソコン上で稼働する運転管理支援システムを開発した。本システムは、①水質、運転データの種々のグラフを表示する日常運転支援、②トラブル対策用エキスパートシステムである高度専門家支援、③日報、月報等を自動的に作成する報告書作成支援、④運転管理上の基礎知識や用語の解説を行う基盤知識ベースの4種のサブシステムから構成される。処理場内で得られる全てのデータ（水質分析値、各種計測値、運転記録等）を蓄積し、管理者に分かりやすい形で画面表示するため現状の的確な評価や過去のデータの有効活用が可能である。エキスパートシステムについても、推論結果の妥当性を実施設で検証することができた。

キーワード

小規模下水処理 オキシデーションディッチ法 運転支援 エキスパートシステム

1. はじめに

近年、中小都市における下水道施設の建設、供用開始数が急速に増加している。一方、それに伴い経験の豊富な技術者の確保が困難となりつつあり、維持管理に関する技術援助の要望も増加していると言われている¹⁾。また、現在の監視制御設備は維持管理の面からは機能が不足している。こうした問題を解決するための一助として、代表的な小規模処理法であるOD法の運転管理支援システムの開発を行った^{2) 3)}。

本報では開発の基本的な考え方、システム構成、エキスパートシステムの適用結果について述べる。

2. 開発の基本的な考え方

(1) OD法運転管理の現状分析

本開発に当たり、実施設及び維持管理業務の実態調査、さらに公表されているOD法トラブル事例の分析を行った。その結果は下記の通りであった。

- 1) 業務の大半は、施設内巡回と機器の作動状態チェック、水質分析、汚泥処理、データ整理及び報告書作成、清掃等の日常的な維持管理作業である。
- 2) 時に処理水質悪化、バルキング等のトラブルが発生し、対策に苦慮している。
- 3) 一般に活性汚泥の沈降性や固液分離、処理水質に関するトラブルが多く、活性汚泥濃度の変更や曝気

ローターの運転方法の工夫等で対処している例が見られる。

- 4) 現状の施設監視システムは流入水量、MLSS等のオンラインデータのみグラフ表示可能で、水質分析データ等のオフラインデータは処理できないため、維持管理の観点からは機能が不足している。
- 5) 水質等のデータ整理が不十分であり、過去のデータが維持管理に有効活用されていない。

(2) システム開発の狙い

以上の現状分析に基づき、管理者の立場から下記のコンセプトを設定し開発を行った。

- 1) 日常管理業務に最も多くの時間を割いているので、この部分を強力に支援し負担を軽減すること。
- 2) 総合運転管理支援システムとして、処理場の管理者全員に役立つこと。
 - ・ 初級管理者には、トラブル対策等の専門知識を与えてくれるアドバイザー的機能を果たすこと。
 - ・ 中上級管理者には、データ解析や維持管理計画立案に役立つアシスタント的機能を果たすこと。
- 3) 処理場内で得られる全てのデータ（水質分析値、各種計測値、運転記録等）を扱い、かつ視覚的なデータ処理により、管理者にわかりやすい形で画面表示すること。
- 4) 広く使用されている汎用パソコン上で作動し、操作が容易であること。

3. システム構成と機能

(1) 全体構成

本システムの構成概念を図1に示す。対応するハードウェアは、主記憶10MB、補助記憶80MBのパーソナルコンピュータ、21インチカラーCRT及び漢字プリンタ等である。

ソフトウェアはデータバンク部と支援システム部に分かれており、データバンク部には運転管理に関する種々のデータを2年間分保存することができる。支援システム部は、①日常運転支援システム、②高度専門家支援システム（トラブル対策用エキスパートシステム）、③報告書作成支援システム、④基盤知識ベースの各サブシステムからなっている。管理者はこれらのサブシステムを使うことにより、通常の机上作業の殆どを行うことが可能である。

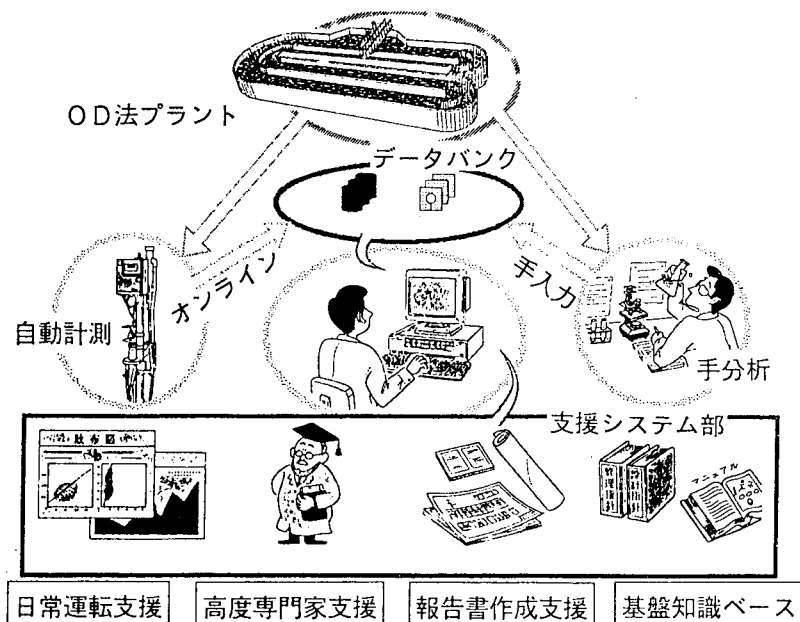


図1 OD法運転管理支援システムの構成

(2)サブシステムの機能

1)日常運転支援システム

プラントフローと運転状況、各種運転及び水質データのグラフ表示が可能である。グラフにはトレンドグラフ、X-Yプロット、ヒストグラム等があり、図2はヒストグラムの例である。グラフは同一画面上に二つ表示でき、昨年度と今年度のデータを比較検討する等の作業も可能である。また、項目、期間、スケールは自由に変更することができる。管理者はデータ整理、現状把握、管理計画立案等に本システムを利用できる。

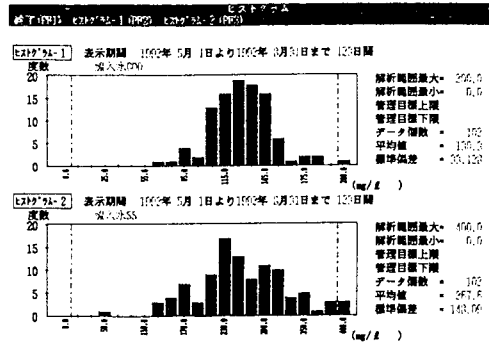


図2 ヒストグラム画面表示例

2)高度専門家支援システム（エキスパートシステム）

トラブル対策専用のエキスパートシステムで、表1に示す3種があり、水質から汚泥処理まで広い範囲をカバーしている。データ入力は、図3に示すように指定範囲を選択する方式で、キー操作に不慣れな人でも容易である。適用結果の例を後述した。

表1 高度専門家支援システムの種類

- ①水質管理エキスパートシステム
- ②バルキング対策エキスパートシステム
- ③汚泥処理エキスパートシステム

3)報告書作成支援システム

水質や装置の運転記録の月報・年報を自動的に印刷するシステムで、フォーマットは汎用の表計算ソフトにより自由に作成することができる。ワープロ機能を用いて文書を書き込むことも可能である。

4)基盤知識ベース

OD法に関連した重要知識をわかりやすくガイダンス表示する機能である。①維持管理体制の組み方、②水質分析計画の立て方、③維持管理のポイント（汚泥界面）④硝化・脱窒について等十数項目を記載してある。管理者はマニュアルを閲覧する感覚で、表示画面を読むことができる。ある処理場特有のノウハウを、基盤知識として書き込むような利用方法も考えられる。

相談内容	処理水の透視度が40cm未満と低い。
質問 1	最近（2～3日）の平均流入水量は次のどれですか？
	1. 設計水量の70%以上
	2. 設計水量の50%以上～70%未満
	<input checked="" type="checkbox"/> 3. 設計水量の30%以上～50%未満
	4. 設計水量の30%未満
質問 2	最近管抜けがありますか？
	1. YES
	2. NO
質問 3	汚泥返送率は次のどれですか？
	1. 150%以上
	2. 100%以上～150%未満
	3. 100%未満

図3 エキスパートシステムのデータ入力法

4. エキスパートシステムの適用

(1)水質管理エキスパートシステムの適用結果

エキスパートシステムの有効性を検証するため、過去の実運転データを入力し推論を行った。表2にT処理場データの入力例を、表3に推論結果、対策の概要を示した。推論結果は確度が高い「きっと」と、可能性を示唆する「たぶん」の2段階で表示される。データAの場合「きっと」として、①酸素供給不足②汚泥堆積、③低水温による硝化・脱窒不良が指摘された。データAが取得された時期、T処理場ではバルキング対策としてローターの運転時間を短縮しており、その影響もあって槽底に一部の汚泥が堆積した事を確認している。すなわち、推論結果は当時の状況をほぼ正確に判定したと考えることができた。さらにデータBについても、ほぼ妥当な推論結果であった。

以上により、本システムの有用性を確認できたと考えている。現在、水質管理に関してはトラブルを26種類に分類しており、原因、解説、対策をまとめて1画面に表示する。

表2 エキスパートシステムの質問項目及び入力データ例

データ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	流入水量 設計水量 %	雪解け水 流入有無	返送率 %	時間最大 水面積 負荷 m ² /m ² 日	汚泥界面 深さ m	終沈浮 上汚泥 有無	終沈浮上 スカム 有無	汚泥かき 寄せ機 回転有無	MLSS mg/ℓ	SV30 %	ディッチ 表面発泡 有無
A	5.1	無	8.7	1.3	1m以上	無	無	有	2400	94	無
B	6.1	無	12.9	1.4	0.2	無	無	有	3900	99.5	無

データ	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	糸状菌 有無	ローター 総運転 時間 h	ローター 運転継続 時間 h	ローター 回転数 rpm	ローター 浸漬深さ mm	水温 ℃	処理水 PH	処理水 透視度 cm	処理水 BOD mg/ℓ	処理水 NH4-N mg/ℓ	処理水 NO3-N mg/ℓ
A	有	4.7	0.8	6.6	2.55	7	7.1	2.3	11.0	27.8	0.1
B	有	7.0	1.4	6.6	2.65	12	7.2	4.3	12.8	23.1	0.2

表3 エキスパートシステムの推論結果及び対策指示

データ	エキスパートシステムの推論結果	対策指示
A	きっと 3件 ①ローターの総運転時間が短いため酸素供給量が不足して活性汚泥性状が悪化 ②ローターの運転継続時間が短いため攪拌が不十分で汚泥の一部が堆積し腐敗 ③水温とMLSSが低いため硝化・脱窒が不良	総運転時間 増加 運転継続時間 増加 MLSS 増加
B	たぶん 4件 ①時間最大流量が大きく最終沈殿池の水面積負荷が過大で汚泥界面上昇 ②MLSSが大きく活性汚泥の沈降性が低下し汚泥界面上昇 ③汚泥の返送が不足しており最終沈殿池に汚泥が溜まって界面上昇 ④活性汚泥がバルキング状態にあるため汚泥界面上昇	汚泥返送率 増加 MLSS 減少 汚泥返送率 増加 バルキング対策E/S起動

(2)エキスパートシステムの利用方法

本支援システムはOD法の電機設備とは独立して設置されるため、推論結果が直接的に運転条件に反映される訳ではない。推論結果はガイドであり、管理者はこれを参考としてさらに個人的見解も加えて対応策を決定することになる。従って、ベテランの管理者には自分の判断を補足するアシスタントとして、また初心者には多様な判断を提供するアドバイザーとして機能する。

5. おわりに

OD法は今後も小規模下水道の中核として多数の建設が予想され、維持管理もOD法の普遍的な技術にそれぞれの設置環境を加味して行われることになる。多様な地域特性、運転条件に的確に対応した運転支援システムの構築は必ずしも容易ではないが、少しでも管理者の方々に役立つよう、各種機能及び専門知識の充実、操作性の一層の向上を図って行きたいと考えている。

本研究をご指導下さいました日本下水道事業団(工務部) 照沼課長代理殿、又ご協力、ご助言を頂きました津別町) 中西係長殿、石川所長殿に深謝致します。

参考文献

- 1) 江藤隆「日本下水道事業団の技術援助」下水道協会誌, Vol. 30, No. 362, 14~19, 1993
- 2) 初又、松永、佐々木「OD法運転管理支援システムの考察」第30回下水道研究発表会, 1~3
- 3) 佐々木、初又、松永「OD法運転支援を目的としたエキスパートシステムの開発思想」第31回下水道研究発表会