

# オンライン型オキシデーション ディッチ運転管理用 エキスパートシステムについて

渡辺勝俊\*、加藤義男\*\*、板谷泰宏\*\*

\* (株) オオバ

東京都目黒区青葉台4-4-12-101

\*\* (株) 高岳製作所

東京都千代田区神田神保町1-50

## 概要

オキシデーションディッチの運転管理用のエキスパートシステムの作成を試みた。このシステムは、主に2つの部分から成り立っている。一つは、常時診断で、処理場のデータを自動、もしくは手動で入力するとデータを整理、解析して処理場の状況を判断して、運転方法を指示する。他は、異常診断の部分であり、数値で表現出来ない現象をコンピュータと対話することによってトラブルの原因と対策を示すものである。システムにはこの他に、日報、月報の作成、脱窒素運転の表示などの機能も備えられている。当システムはパソコン上で動かすことの出来るもので、将来、管理者の不足が予測されるオキシデーションディッチの運転支援を目的として開発された。

## キーワード

オキシデーションディッチ。運転管理。エキスパートシステム。

### 1. はじめに

コンピュータソフト技術の発達によって、コンピュータによって容易に知識が扱える様になったため、一時はブームと云える程エキスパートシステムの開発は各方面で試みられた。

しかしながら、一向に実用化しないエキスパートシステムに対しては多くの批判が加えられる様になり、一時の様に「知識あるところにエキスパートあり」といった安易な考え方からの開発は影を潜め、実用化に向けて開発対象を厳しく絞り込む傾向が強くなっている。

著者等は、4年程前から下水処理場の運転管理用のエキスパートシステムの開発を行い、各種の改良を加えて来ているが、今回は、オキシデーションディッチ（以下O、Dと略）の運転管理用エキスパートシステムを作成したので、実用化という視点を考慮しつつその概要を述べてみたい。

### 2. O、D用エキスパートシステムの開発のねらい

O、D用エキスパートシステムの開発のねらいを開発の背景システム開発の留意点から述べてみる。

### ① エキスパートシステムの開発の背景

下水の処理場は、今後、小規模な処理場が多く建設される傾向にあるが、その際、多くの管理技術者が不足することが予測され、運転支援システムが有効となる。一方、現在の計装技術では、完全な自動運転は難しく、また、処理全体の状況を把握出来ないことから「知識」によって解決すべき部分が多いことも開発の要因となっている。

### ② エキスパートシステム開発の留意点

- . D用エキスパートシステムを開発するに当たっての留意点は次の通り。
  - a. システムはAI技術を用いず、従来の手法を用いて構築を行った。これは、価格の低減をはかるため、パソコンによる運用を目指したためである。
  - b. ユーザーインターフェースを考慮し、キーボードを用いずタッチスクリーンを用い操作を容易にする。
  - c. データログ、日報作成などの機能を付与し、利用範囲を広げる。
  - d. 管理の難しい計測器を用いず、管理し易い計測器で代替する。

## 3. O. D用エキスパートシステムの内容

### 3.1 エキスパートシステムの概要

オンライン型O. D, 運転管理用エキスパートシステムの全体構成は図-1のようになっているが、機能的にはデータ処理機能と診断機能に大別出来る。

#### (1) データ処理機能

処理場の各所で測られたデータはシステム内に入力されるが、データ処理機能としては次の様な機能を備えている。

##### a. データ収集

あらかじめ設定された一定周期(5~30分)でデータの収穫を行う。アナログおよびパルス入力値に対して工業値変換を行う。

##### b. 日報、月報の作成

毎正時に日報を作成し、ファイルに格納する。また、日報データより月報データを作成してファイルに格納する。

##### c. ファイル処理

日報、月報は前月分を保管するが前月のデータは、オペレータからの要求により、フロッピーディスクにセーブ可能とする。

#### (2) 診断機能

診断機能は、このシステムの主部を成すものであり、図-1に示した様に、常時診断と異常診断に分かれている。

常時診断は、主として数値データを基に処理場の状態を診断するもので、入力されたデータを計算・整理し、これ等を組み合わせて処理の現状を判断し、とるべき対策の指示を行う。

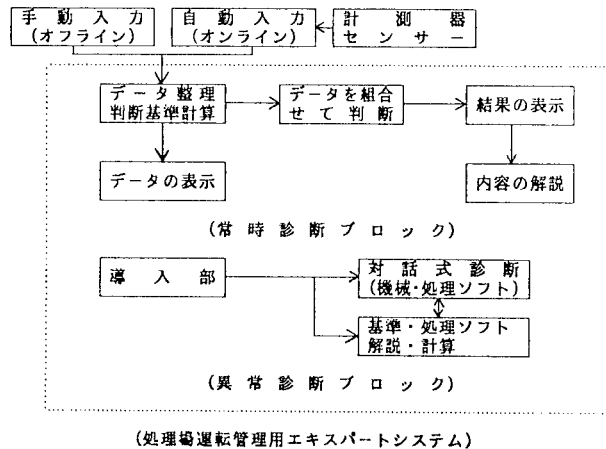


図-1 エキスパートシステムの概念図

異常診断は、主として数値で表すことの出来ない異常現象、例えば最終沈殿池における汚泥のキャリーオーバーの状態などについて、コンピュータと対話することによってその原因をつきとめるシステムとなっている。このブロックにはこの他に、設計基準、処理技術の解析などの補助機能が備えられている。

次に、主として診断機能を中心に具体的内容について例示してみることにする。

### 3.2 常時診断の内容

常時診断は、処理場における各種の数値情報を基にして状況の判断を行うが、管理必要な諸数値は、あらかじめシステムに入力しておく。入力された数値は、判断の基準となるものであるが、処理場の状態に応じて変更することが出来処理場の特質をある程度加味することが出来る様になっている。

以下代表的な画面について内容の説明を行う。

#### (1) 診断用データ画面

図-2に診断用データ画面を示した。この画面には、手動、もしくは自動で入力されたデータが示されるが、数値が誤っていた場合には、画面右側の数値盤で容易に修正することが出来る。処理場の状況はこれ等のデータを基に判断を行うが、手動で数値を変えて、処理場のシミュレーションを行うことも可能である。

#### (2) 診断結果メニュー画面

診断結果メニュー画面は図-3に示したが処理場の各種のデータを管理基準と比較し、かつこれ等の比較値を組み合わせて、処理場のどこに問題があるかを示す画面である。実際の画面では問題のある部分は黄色で、そうでない部分は紫色と色分けされているが、黄色の部分を選択すると、次の診断結果表示画面に移行する。

#### (3) 診断結果表示画面

診断結果メニュー画面によって問題のある部分の選択を行った結果の一例を図-4に示したが、この画面が診断結果表示画面である。この画面は各種データによって総合的に判断された処理の状況とトラブルの原因、対策を示したものである。対

画面No.: 6003 診断用データ修正画面

名 称	単 位	診断用データ
流入流量	m <sup>3</sup> /d	1159.34
MLSS濃度	mg/l	1370
エアタンクPH	ph	7
流入PH	ph	6.9
返送汚泥量	m <sup>3</sup> /d	15.0
SVI	ml/g	200
流入水BOD	mg/l	200
処理水BOD	mg/l	20

常時診断 常時診断 常時診断 常時診断

図-2 診断用データ画面

画面No.: 6003 診断結果メニュー画面

無表示の項目で異常又は注意を発見しました。内容を確認して対応して下さい。

BOD-MLSS 異常	流入水PH	処理水BOD
エアレーションタンクのDO	エアレーションタンクのPH	流入水SS
SVI	流入水BOD	処理水SS
スラッジレベル	総合診断	データの再画面

図-3 診断結果メニュー画面

画面NO.: 7029 診断結果表示画面

汚泥返送量の調整 BODの測定

[状況]  
MLSS濃度が低いために、BOD-MLSS負荷が高くなっています。流入水BODが多くなっても汚泥の返送量が少なくなっていることが原因です。また、流入水BOD濃度が高いことも考えられます。

[原因]  
① 汚泥の返送量が少ない。  
② 流入水BOD濃度が高い。

[対策]  
汚泥の返送量を上げ少なくともBOD-MLSS負荷0.35 (kg/kg日) 以下になる様に処理を行う。  
1. 汚泥の返送量を調節しBOD-MLSS負荷を下げる。  
2. 流入水BOD濃度が低い時  
(1) 流入水BOD濃度が常に高い時  
① BODの測定法のチェック  
② 計画以上の工場廃水の流入が考えられる時は、流域における工場廃水の

結果画面 総合画面 総合診断

図-4 診断結果表示画面

策の内容で画面に書ききれない部分は、別の解説画面を呼び出し、参照出来る様になっている。(画面の例では「返送汚泥量の調整」「BODの測定」)

#### (4) 総合診断画面

コンピュータによる判断では、相互の事象が同列で示され処理場の総合的な判断が行われ難い欠点がある。そこで、処理場の状態を総合的に判断して、処理場全体として良好であるか否かを判定する画面を作成した。図-5がその総合診断画面で「良好」「注意」「危険」の3段階を図示する。

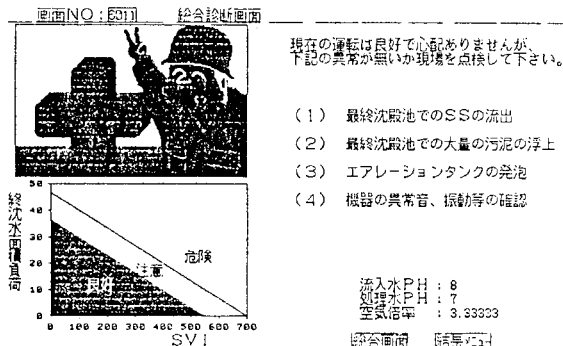


図-5 総合診断画面

#### 3.3 異常診断の内容

異常診断は発砲、スカムの発生など目視によって判断される異常現象の原因を追及し、対策を得ることを目的としたものである。画面の詳細は省略するが画面と対話することによって回答を求める形式となっている。

このブロックには他にも設計基準、処理ソフトの解説などの画面が用意されている。

#### 3.4 O. Dの運転モードの表示

O. D法の最も大きな特色は、脱窒素処理にある。脱窒素処理は、単に処理水中の窒素濃度を低下させるばかりでなく、硝化による運転トラブルの回避、消毒用塩素剤の注入量の低下、およびエアレーション動力の節減など多くの利点を有している。一般にO. D法による脱窒素運転には、ディッチ内の容在酸素を測定する方法が用いられているが、DOメーターの調整が難しいために不確実な運転になりがちである。そこで、このシステムではDOメーターによらない方法でエアレーターの運転モードを決定する方法を採用している。この方法は負荷量の演算を基にしたもので図-6にその結果を示した。

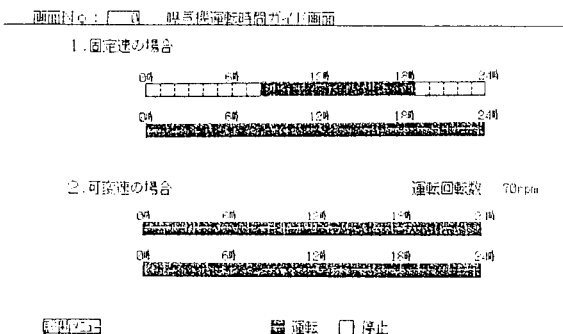


図-6 曝気機運転時間ガイド画面

#### 3.5 日報、月報作成機能

日報は1日1回あらかじめ設定された時刻に月報は1カ月に1回自動印字する。また、印字後も前日分の日報、前月分の月報を任意に打ち出すことが可能とする。

図7に日報印字例を示す。

日報  
83年01月05日

時刻	流入濃度	返送汚泥量	濃縮汚泥量	最終沈澱池水濁度	返送汚泥係数
1:00	500.00	150.00	20.00	15.00	0.30
2:00	500.00	150.00	20.00	15.00	0.30
3:00	500.00	150.00	20.00	15.00	0.30
4:00	500.00	150.00	20.00	15.00	0.30
5:00	500.00	150.00	20.00	15.00	0.30
6:00	800.00	120.00	0.00	24.00	0.15
7:00	800.00	120.00	0.00	24.00	0.15
8:00	800.00	120.00	0.00	24.00	0.15
9:00	800.00	120.00	0.00	24.00	0.15
10:00	800.00	120.00	0.00	24.00	0.15
11:00	1000.00	130.00	30.00	30.00	0.13
12:00	1000.00	130.00	30.00	30.00	0.13
13:00	1000.00	130.00	30.00	30.00	0.13
14:00	1000.00	130.00	30.00	30.00	0.13
15:00	1000.00	130.00	30.00	30.00	0.13
16:00	700.00	150.00	0.00	21.00	0.21
17:00	700.00	150.00	0.00	21.00	0.21
18:00	700.00	150.00	0.00	21.00	0.21
19:00	700.00	150.00	0.00	21.00	0.21
20:00	700.00	150.00	0.00	21.00	0.21
21:00	800.00	160.00	10.00	24.00	0.20
22:00	800.00	160.00	10.00	24.00	0.20
23:00	800.00	160.00	10.00	24.00	0.20
24:00	800.00	160.00	10.00	24.00	0.20
合計	18200.00	3390.00	290.00		
平均	758.33	141.25	12.08	22.76	0.20
最大	1000.00	160.00	30.00	30.00	0.13
最小	500.00	120.00	0.00	15.00	0.15

図-7 日報印字

#### 4. システムのハード構成

○. D用エキスパートシステムは、パソコンを用いて運用するシステムとなっており、操作はキーボードによらず、タッチスクリーンを用いて、操作し易しくした。その他の構成は次の通り。

##### ① CPU

容量                    640KB + 20MB (ハードディスク)  
語長                    16ビット

##### ② CRTディスプレイ装置

表示色                カラー  
表示文字数          2000文字

##### ③ プロセス入出力

アナログ入力      16点  
パルス入力        4点  
デジタル入力      オプション

##### ④ プリンター

#### 5. おわりに

今回開発したシステムは、言語はBASICを用い、ツリー構造上に配置した知識の上を従来の手法によって走らせたもので、AIの手法は用いていない。我々はこちらに用いたソフトの内容を別途にAI手法を用いて動かすシステムについても内容を別途にAI手法を用いて動かすシステムについても検討を加えているが、少なくとも現在程度の知識の内容(画面数で約1000画面)では特にAI手法を用いずともシステムの構築は可能であると考えている。

今後は、両者の特質および経済性などを考慮しつつ、更に検討を加えより実用的なシステムの構築を行いたいと考えている。

##### 1) 「選別の時代に」入ったエキスパートシステム

別途日経AI, 1989夏号, 53-58 (1989)

##### 2) 後藤健一、広瀬英雄、下水処理工程へのエキスパートシステム適用、高岳レビュー、36, (120), 24-27 (1989)