

## 第5章 維持管理

### 第1節 本技術の運転管理

#### § 27 本技術の運転管理

本技術の運転管理は、以下に示す内容について実施する。

- (1) 基本的な運転管理
- (2)  $\text{NH}_4\text{-N/DO}$  制御技術の運転管理
- (3) 制御性能改善技術を利用した運転管理
- (4) MSPC 技術を利用した運転管理

#### 【解説】

本技術の導入により、以下のような水処理運転管理を実現することができる。

- ・ 処理水質を維持しながら、送風機に係る消費エネルギーの削減を図る。
- ・ 曝気風量制御にかかわる制御パラメータを常に適正に保ちつつ、プロセスやセンサーの異常兆候をいち早く検知することにより、処理水質の悪化や機器・センサーの異常等の維持管理を行う上での大きな問題が発生する可能性を低減する。

そこで、このような実現内容を踏まえ、運転管理者が本技術に関する運転管理として実施する、以下の項目について説明する。

- (1) 基本的な運転管理
- (2)  $\text{NH}_4\text{-N/DO}$  制御技術の運転管理
- (3) 制御性能改善技術を利用した運転管理
- (4) MSPC 技術を利用した運転管理

#### (1) 基本的な運転管理

本技術は、 $\text{NH}_4\text{-N/DO}$  制御技術単独の導入および、3 技術を組み合わせた導入が可能である。ここでは、単独導入の場合と 3 技術を組み合わせて導入した場合の運転管理の基本的な考え方について述べる。

$\text{NH}_4\text{-N/DO}$  制御技術の単独導入の場合は、本節(2)に記載の事項に関して、適切に維持管理することにより、硝化機能を維持・改善しながら、曝気風量低減に伴う省エネ効果を得ることができる。

NH<sub>4</sub>-N/DO 制御技術の単独導入の場合は、

- ① 反応タンクの運転管理（硝化ができるように汚泥管理等を実施する。）
- ② 制御目標曲線の管理
- ③ NH<sub>4</sub>-N センサーの管理

が必要となる（詳細は、本節（2）に記載）。

3 技術を組み合わせて導入した場合は、制御性能改善技術、MSPC 技術により、NH<sub>4</sub>-N/DO 制御技術の制御効果の継続的な維持に重要な制御パラメータやセンサーの状態を常に診断しながら運転できるため、NH<sub>4</sub>-N/DO 制御技術の制御効果を継続的に最大限発揮させることが可能となる。

また、MSPC 技術は、NH<sub>4</sub>-N/DO 制御技術との組み合わせ効果以外にも、異常兆候の早期検知により、各種機器・センサー・水処理プロセスの安定化等の維持管理上の有用な情報を維持管理者に提供する。この情報を維持管理に活用することにより、維持管理の更なる効率化を図ることが可能となる。

3 技術を組み合わせて導入する場合においては、NH<sub>4</sub>-N/DO 制御単独導入の場合の運転管理に加えて、以下の管理が必要となる。

- ・制御性能改善技術による制御パラメータの管理
  - ・MSPC 技術による診断結果を利用した日常の運転管理
- 以降でそれぞれの技術の管理方法の詳細について述べる。

## （2） NH<sub>4</sub>-N/DO 制御技術の運転管理

ここでは、NH<sub>4</sub>-N/DO 制御技術の運転管理について述べる。

運転管理にあたっては、以下の設定、管理が必要となる。

- ① 処理水の NH<sub>4</sub>-N 濃度（日平均値）の管理目標値の設定
- ② NH<sub>4</sub>-N センサー設置位置における NH<sub>4</sub>-N 濃度の管理目標値の設定
- ③ 制御目標曲線の管理

また、本技術の機能を適切に維持・発揮するためには、以下の維持管理が必要となる。

- a) 必要 ASRT の確保
- b) NH<sub>4</sub>-N センサーの維持管理

なお、a)、b)の内容については、**§ 28 本技術の維持管理**で説明する。

① 処理水 NH<sub>4</sub>-N 濃度（日平均値）の管理目標値の設定

NH<sub>4</sub>-N/DO 制御にて、運転管理を行うにあたって、硝化機能の維持基準として、処理水 NH<sub>4</sub>-N 濃度（日平均値）の管理目標値の設定を行う。処理施設の運転状況に応じて、適宜設定するものとする。

標準的な管理目標値 処理水 NH<sub>4</sub>-N 濃度（日平均値） 1mg/L 以下

② NH<sub>4</sub>-N センサー設置位置における NH<sub>4</sub>-N 管理目標値の設定

一般的に反応タンクの流れ方向で後段に進むにしたがって硝化が進行するため、反応タンク内の NH<sub>4</sub>-N センサー設置位置における NH<sub>4</sub>-N 濃度は処理水 NH<sub>4</sub>-N 濃度よりも高くなる。NH<sub>4</sub>-N/DO 制御を使って適切に運転管理を行うためには、制御目標曲線の管理が重要であるが、処理水 NH<sub>4</sub>-N 濃度が管理目標値以下であるか否かの管理に関しては、連続測定を実施している NH<sub>4</sub>-N センサーにより行うことを推奨する。

システム導入時に NH<sub>4</sub>-N センサー設置位置と処理水それぞれの位置からサンプリングし、従来技術を各地点間における NH<sub>4</sub>-N 濃度の関係性を評価するとともに、定期的に処理水 NH<sub>4</sub>-N の測定を実施し、監視制御装置に保存されている NH<sub>4</sub>-N センサーの計測値との相関関係を評価する。

この相関関係から、NH<sub>4</sub>-N 濃度（日平均値）の管理目標値を満たすための「NH<sub>4</sub>-N センサー設置位置における NH<sub>4</sub>-N 管理目標値」を設定する。

③ 制御目標曲線の管理

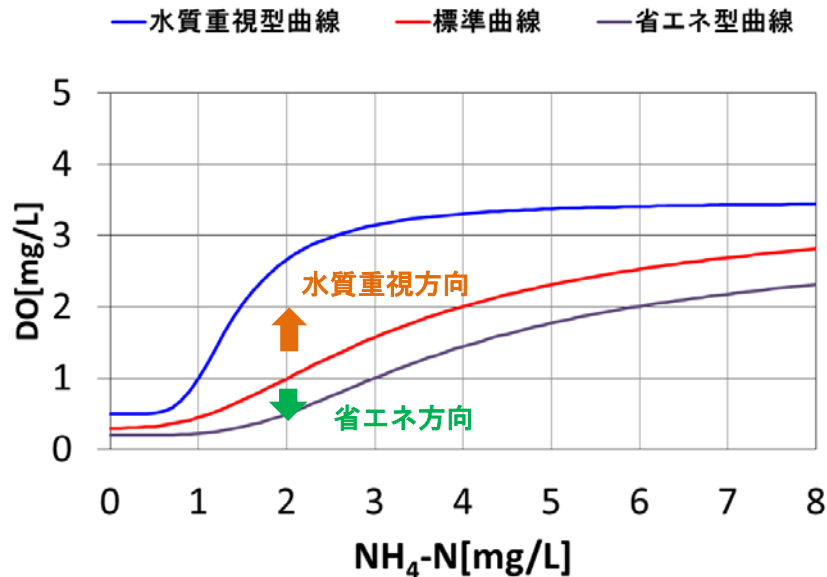
ここでは、NH<sub>4</sub>-N/DO 制御を適切に運用するに当たって重要な制御目標曲線の管理方法について述べる。制御目標曲線は、標準曲線、省エネ重視型の曲線、水質重視型の曲線が監視制御装置の画面上から、容易に切り替え可能なように設定されている。運転を実施していく中でこの制御目標曲線を適宜、見直し調整していくことで、より適切な運転管理を行うことができる。

システム導入時には、標準曲線で運転を行うものとするが、運転を実施していく中で以下の1)～3)の状況が生じる場合は、必要な対応を行い、制御目標曲線の見直しを実施することが望ましい。

1) 硝化性能悪化時の対応

日平均 NH<sub>4</sub>-N 濃度が管理目標値以上となる場合には、まず、必要 ASRT の確保、NH<sub>4</sub>-N センサーの維持管理が適切になされているかを確認する（維持管理については、**§ 28 本技術の維持管理**（1）を参照）。これらが、適切に維持管理されている場合は、制御目標曲線をあらかじめシステムが保有する水質重視型の曲線に変更するか、もしくは、カスタ

マイズ機能を使って、より水質重視となるように水質重視方向に曲線の設定変更を行うことで制御目標曲線のチューニングを行う（図 5-1 参照）。



(NH<sub>4</sub>-N 濃度に対する DO 制御目標値を上昇させる方向に曲線変更することにより水質重視、NH<sub>4</sub>-N 濃度に対する DO 制御目標値を下げる方向に曲線変更することにより省エネ重視に変更できる。)

図 5-1 制御目標曲線の運転管理例

### 2) NH<sub>4</sub>-N 濃度の管理目標値に対して余裕がある場合の対応

処理水 NH<sub>4</sub>-N 濃度（日平均値）の管理目標値に対して、実績の処理水 NH<sub>4</sub>-N 濃度が十分に低い場合は、更なる省エネルギー化が期待できる。更なる省エネルギー化を図る場合は、制御目標曲線をあらかじめシステムが保有している省エネ重視型の曲線に変更するか、もしくは、カスタマイズ機能を使ってより省エネとなるように省エネ方向に曲線の設定変更を行うことで制御目標曲線のチューニングを行う（図 5-1 参照）。

### 3) 流入負荷異常時に対する対応

大雨、長期連休等により、流入水質・水量の負荷が大きく異なることが予想される場合には、DO 一定制御モード等の他の制御モードに切り替えるか、もしくは、NH<sub>4</sub>-N/DO 制御の制御目標曲線の設定変更を行う。

高負荷が予想される場合は、水質重視型の曲線に変更するか、もしくは、カスタマイズ機能を使って、より水質重視となるように水質重視方向に曲線の設定変更を行う。

低負荷が予想される場合は、省エネ重視型の曲線に変更するか、もしくは、カスタマイズ機能を使って、より省エネ重視となるように曲線の設定変更を行う。

また、休日と平日の負荷パターンが大きく異なる場合については、必要に応じて、曲線の設定変更を実施する。

### (3) 制御性能改善技術を利用した運転管理

制御性能改善技術では、1回/日の頻度で制御パラメータ（PID制御の比例ゲイン、積分時間）の現状値の妥当性が診断される。診断は前日のデータを利用して行われる。

**図 5-2** に示すように制御パラメータを改善した方が良い場合、システムより通知がある（**図 5-2** 中の A.）。通知があった場合、前日の曝気風量制御周りのデータに異常が見られなかったか（曝気風量計計測値、DO 計測値の欠測、異常流入等）について、確認する（**図 5-2** 中の B.）。

異常が見られなかった場合、制御性能が低下している可能性があるため、前日の目標値信号（例：DO 制御目標値）と計測信号（例：DO 計測値）のデータを確認し、制御性能が低下しているかトレンドを確認する（**図 5-2** 中の C.）。制御パラメータが適合しなくなったことにより制御性能が低下した際の典型的なトレンドを**図 5-3** に示す。コントローラの挙動は制御パラメータによって決定されており、その大小によって計測値がうまく目標値へ追従できずに遅れたり、上下振動（ハンチング）したりする。

前日のデータに異常が見られず、**図 5-3** のような制御パラメータによる制御性能劣化の傾向が見られた場合には、システムによる通知が妥当であると判断し、制御性能改善技術の出力である推奨パラメータ値への変更を行う（**図 5-2** 中の D.）。そして、その後のデータから制御性能の改善を確認する（**図 5-2** 中の E.）。**図 5-3** に記載した以外の傾向としては、例えば、DO センサーや送風機の異常等で制御性能が劣化する場合は考えられる（**資料編 1. 実証研究結果**（2）制御性能改善技術の評価結果の例）ため、**図 5-3** と傾向が異なる場合は、DO センサーや送風機の調査を行う。

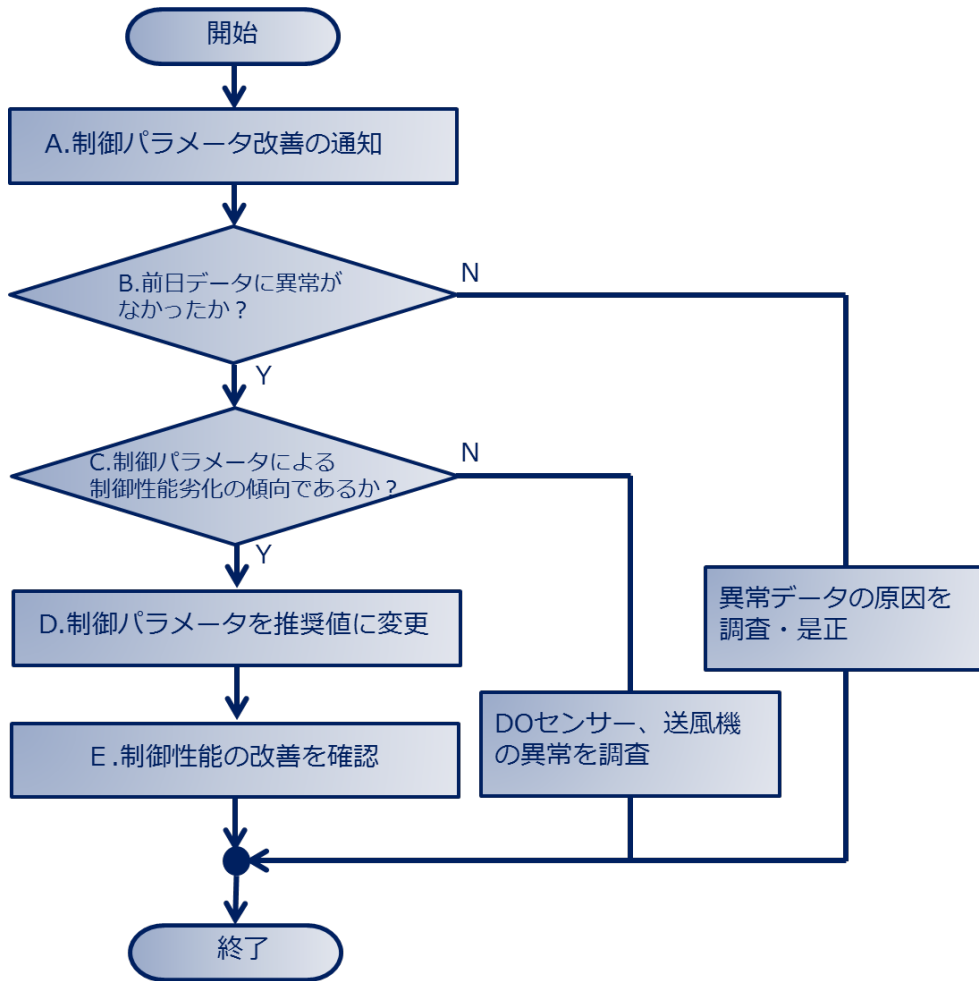


図 5-2 制御性能改善機能による制御性能劣化診断時の対応フロー

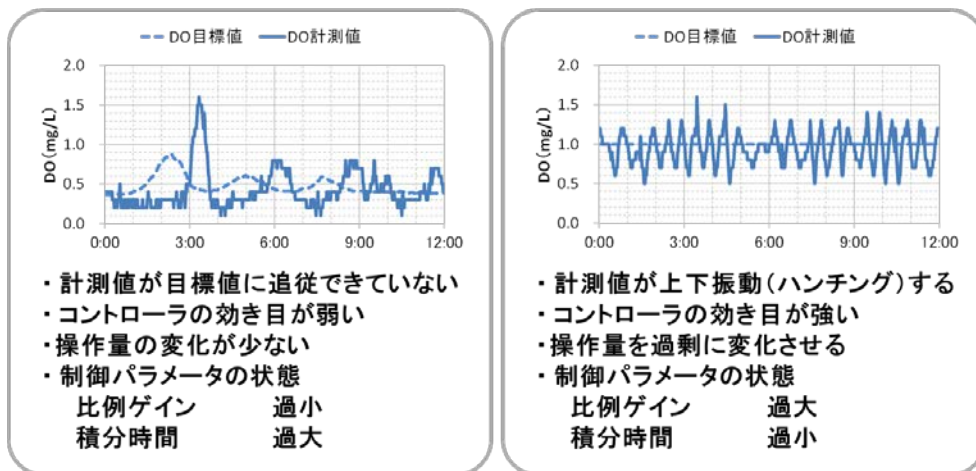


図 5-3 制御パラメータが適合しなくなったことによる制御性能の劣化例

(4) MSPC 技術を利用した運転管理

MSPC 技術は、通常の運用状態とは異なる状態を異常兆候として検出し、その要因の可能性のあるプロセス変数をバーグラフとして監視画面等に表示する。日常の運転管理において、異常兆候が検出された場合は、**図 5-4** に示すフローに従って対応を行う。

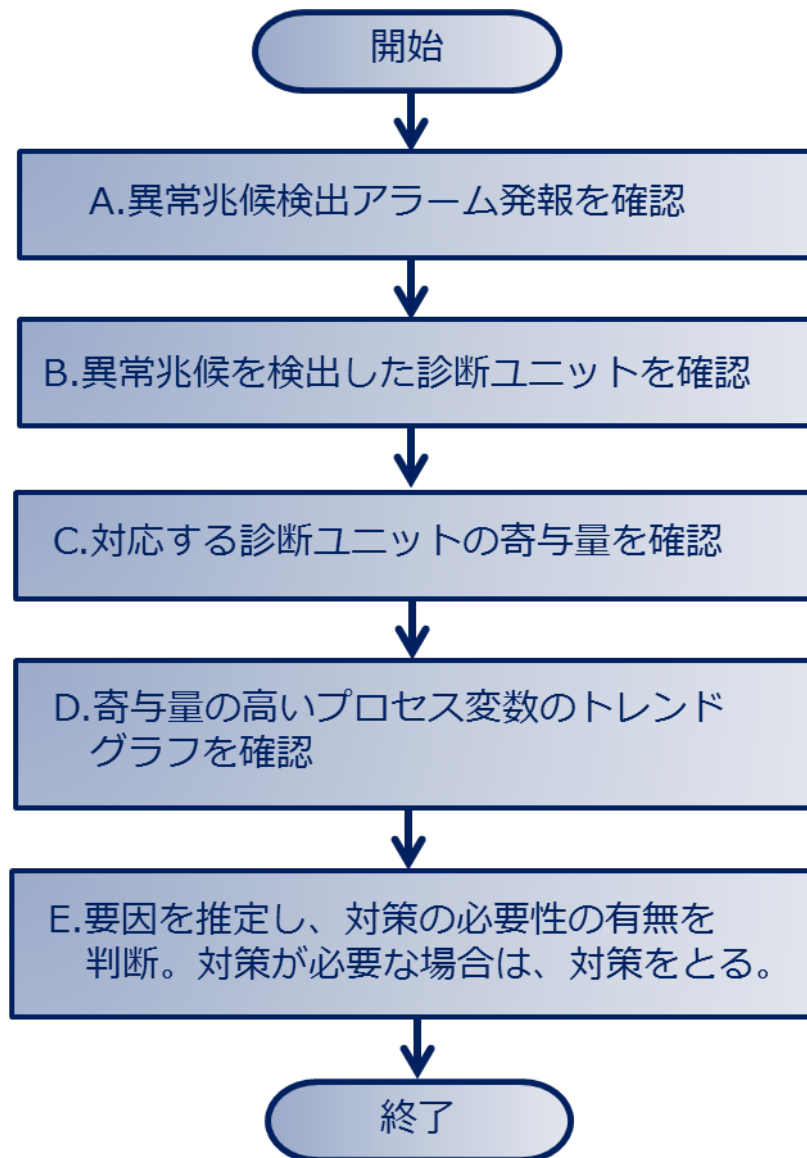
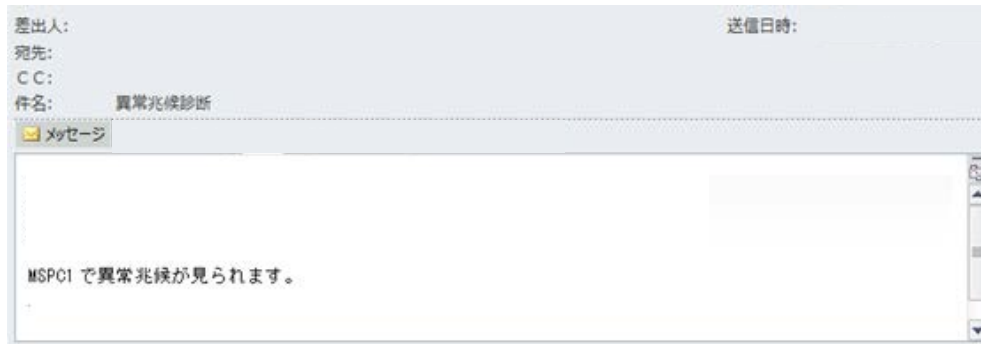


図 5-4 MSPC 技術による異常兆候検出時の対応フロー

以下、本フローの A.~E.のステップにおける具体的な対応方法を示す。

#### A. 異常兆候検出アラーム発報を確認

異常診断ユニットのいずれか一つ以上で異常兆候が検出された場合には、その旨が、監視室の監視画面等にアラームとして通知される。もしくは、メールにより通知される（**図 5-5**）。これをトリガーとして、運転管理者は B.以降の対応をとる。



**図 5-5 異常兆候検出アラーム発報のイメージ**

#### B. 異常兆候を検出した診断ユニットを確認

アラーム発報の際、発報された診断ユニット（**表 4-6** 参照）が同時に通知される。運転管理者は、この情報から該当する診断ユニットを確認する。その後、診断ユニット名称から、可能性のある異常要因の範囲を把握する。例えば、検出した診断ユニットがブロワ関連異常診断ユニットであれば、異常要因は、ブロワに関連したプロセス監視データや運転データの異常である可能性が高く、以降のステップではその可能性を念頭において判断を行う。

#### C. 異常兆候を検出した診断ユニットの寄与量を確認

異常兆候を検出した診断ユニットの寄与量を確認し、アラーム発報の要因となったプロセス変数（風量、流量、水位、DO 等の運転データや水質データ）を推測する。

寄与量は、例えば、**図 5-6** に示すようなバークラフで  $Q$  統計量と  $T^2$  統計量について個別に提示される。この図では、上の段に  $Q$  統計量の寄与量を、下の段に  $T^2$  統計量の寄与量のバークラフを表示するイメージとなっている。



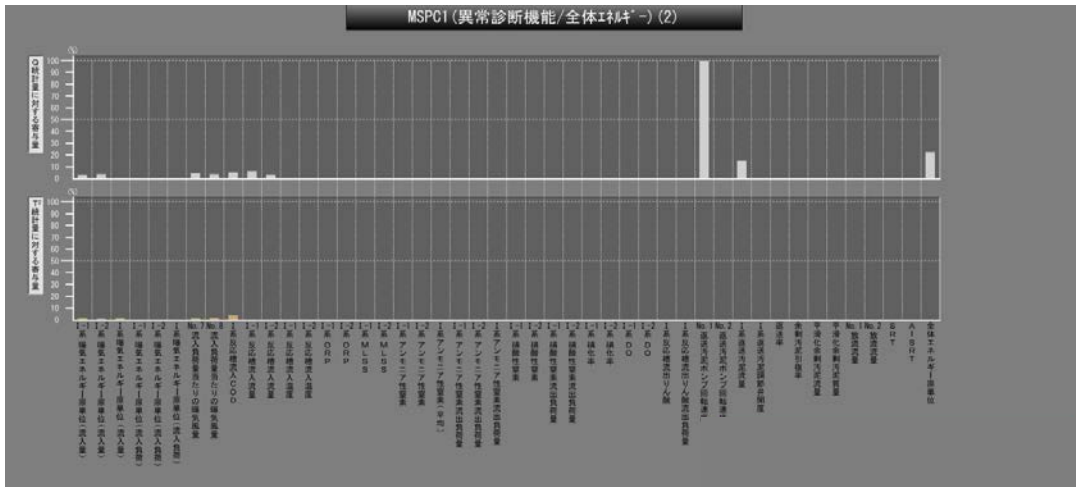


図 5-6 寄与量バーグラフのイメージ

寄与量は 0～100%の割合で提示される。通常の運用時においても、ほとんどのプロセス変数は、10～20%程度までの寄与量を持っているため、要因となるプロセス変数の推定にあたっては、例えば 50%以上の寄与量を示すプロセス変数を中心に確認する。10～20%未満の寄与量を示す変数については通常変動の範囲内であることが多く、20～50%程度の寄与量のプロセス変数については、異常兆候検出の要因の可能性があるので注意する必要がある。

なお、寄与量が高いプロセス変数であっても、その変動範囲が通常の変動範囲内である場合もある。MSPC 技術では、複数のプロセス変数間の相関情報を利用して異常検出を行うため、あるプロセス変数が異常な挙動を示した場合、それと相関持つ他のプロセス変数が通常の変動範囲内であっても、異常要因候補として寄与量が高くなる場合があるためである。特に、このような傾向は、相関情報のずれを直接的に評価する Q 統計量で現れる場合がある。したがって、寄与量が高いプロセス変数は、その全てが異常な挙動を示しているとは限らず、寄与量の高いプロセス変数の中のいずれか一つ以上の変数にアラーム発報の要因となるものが存在することを示しているため、その点に注意して確認する必要がある。

#### D. プロセス変数のトレンドグラフ確認

C. で寄与量が高いと判断したプロセス変数のトレンドグラフ（時系列データ）を、**図 5-7** に示すようなプラント監視画面上で確認し、そのプロセス変数の時間的な変化を見る。

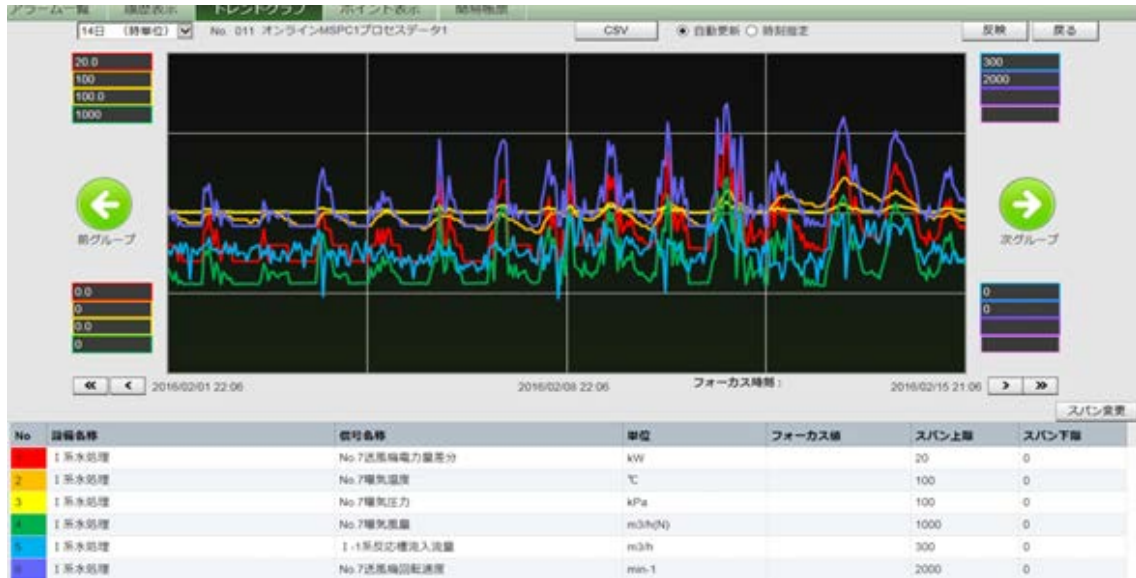


図 5-7 寄与量の高いプロセス変数のトレンドグラフのイメージ

#### E. 要因の推定と対策

図 5-6 の寄与量バーグラフと図 5-7 の寄与量の高いプロセス変数のトレンドグラフから、異常兆候検出のアラームが発報された要因を推定する。MSPC 技術では、通常の運用状態と異なる状態を異常兆候として、アラーム発報するため、運転条件の変更や流入負荷量の変更等もアラームとして発報される場合がある。そのため、運転管理者は、運転条件の変更や流入負荷量の変更と実際の異常の兆候を識別する必要がある。

異常兆候検出の例、運転条件変更の例、流入負荷変化の例等、検出時の要因となる例を表 5-1 に挙げる。

表 5-1 異常兆候検出、運転条件変更、流入負荷変化時の要因例

番号	分類記号	分類名称	要因例
1	a	異常兆候	センサー異常（計測異常やドリフト等）
2			ポンプの目詰まり
3			ブロワの目詰まり
4			汚泥掻き寄せ機故障
5			流量・水位のアンバランス
6			水質異常（窒素やりんおよびそれらに関する管理指標）
7			汚泥沈降性不良（バルキング等による汚泥濃度低下や SS 流出）
8			制御異常・ハンチング（制御量や操作量が振動する現象）
9			誤操作（バルブ開閉操作、制御モード誤選定等）
10	b	運転条件変更	ポンプやブロワ運転台数や運転する号機の切り替え
11			返送量（返送率）や循環量（循環率）の設定変更
12			SRT や ASRT の設定変更。あるいは、余剰汚泥引抜量（引抜率）の変更
13			調整池等の運用の変更
14			稼働している水処理系列の変更
15			風量制御等の制御モードの切り替え
16	c	流入負荷変化	降雨・降雪等による流入量の増加
17			水処理系列の一部停止等に伴う流入量増加
18			年末年始等、特別イベント時の水質・水量負荷の変動
19			祝祭日等に伴う負荷変動

b や c に該当せずに a に関連する異常兆候があると認められた場合には、運転管理者は、推定されたプロセス要因変数等を参考に、真の要因を調査し、適宜必要な対策をとる。

以下では、a の異常兆候検出の事例として、2 つの事例を示す。

■異常兆候検出例1：NH<sub>4</sub>-N センサードリフト

A. 異常兆候検出アラーム発報を確認

図 5-8 のような異常兆候検出のアラーム発報メールを受信する。

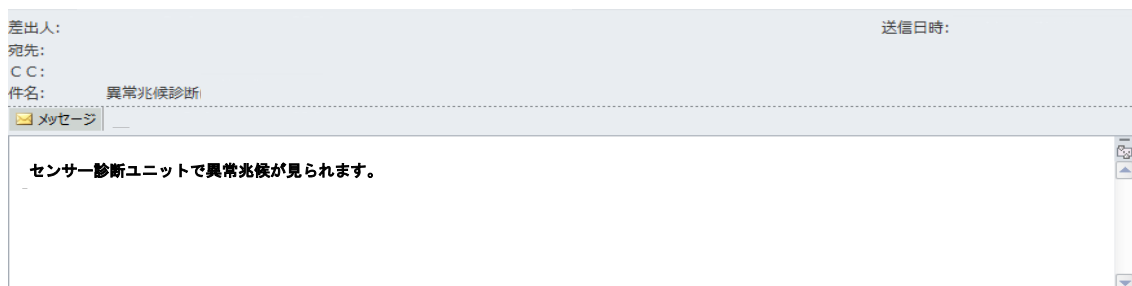


図 5-8 受信した異常兆候検出アラーム発報メール

B. 異常兆候を検出した診断ユニットを確認

センサー診断ユニットで異常兆候を検出していることを確認し、何等かのセンサーに異常があった可能性を推測する。

C. 異常兆候を検出した診断ユニットの寄与量を確認

図 5-9 の寄与量バーグラフを確認すると、NH<sub>4</sub>-N センサーの寄与が 50%程度となっており、NH<sub>4</sub>-N に関連する何等かの異常兆候がある可能性が疑われる。



図 5-9 寄与量バーグラフの確認

D. プロセス変数のトレンドグラフ確認

NH<sub>4</sub>-N センサーと、参考として、次に寄与量の大きい DO センサーのトレンドグラフを確認する。1 日分のトレンドグラフを確認しても、特に異常兆候と思われる事象はわからない。そこで、時間を長くとり、10 日分のトレンドグラフを確認すると、NH<sub>4</sub>-N が徐々に上昇してきている傾向がわかる。

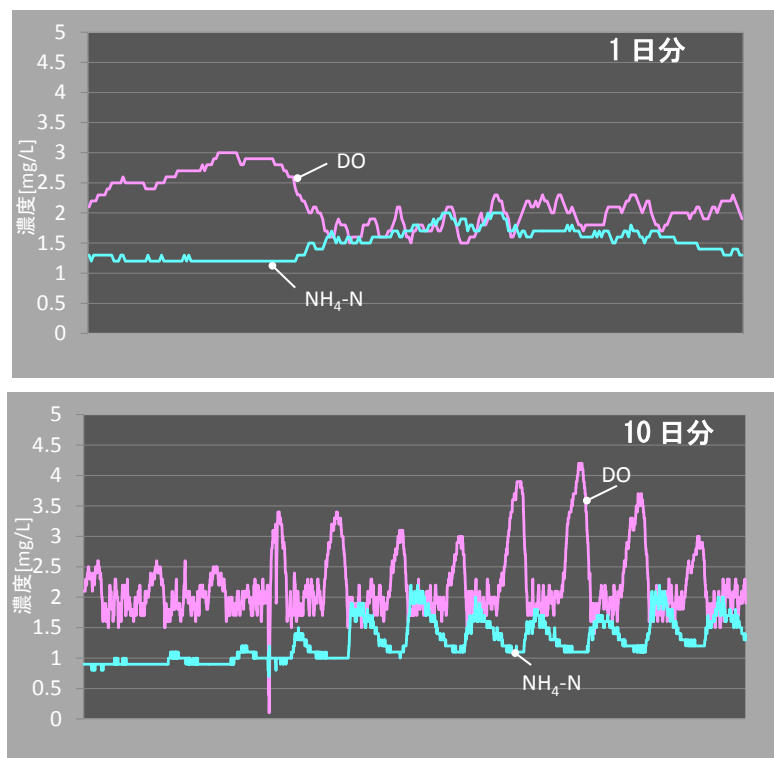


図 5-10 DO、NH<sub>4</sub>-N のトレンドグラフの確認

E. 要因の推定と対策

図 5-10 のように、10 日程度の期間のトレンドグラフから、NH<sub>4</sub>-N センサーがドリフトしている可能性が疑われるので、手分析によるモニタリング結果と照合し、ドリフトが生じている事を確認した場合には、センサーの校正を行う。

■異常兆候検出例2：散気管目詰まり／散気管バルブ誤操作（閉操作）

A. 異常兆候検出アラーム発報を確認

図 5-11 のような異常兆候検出のアラーム発報メールを受信する。



図 5-11 受信した異常兆候検出アラーム発報メール

B. 異常兆候を検出した診断ユニットを確認

ブロウ診断ユニットで異常兆候を検出していることを確認し、ブロウや曝気風量制御に関連する何らかの異常があった可能性を推測する。

C. 異常兆候を検出した診断ユニットの寄与量を確認

図 5-12 の寄与量バーグラフを確認すると、DO 濃度、曝気風量、ブロウ電力、ブロウ回転数等の寄与量が高くなっており、特に DO 濃度の寄与量が著しく高い。これから、DO 濃度に影響を与えるブロウ関連の何等かの異常兆候がある可能性が疑われる。

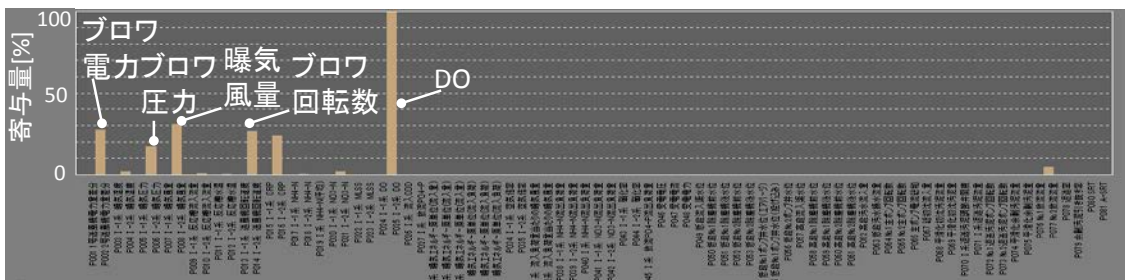


図 5-12 寄与量バーグラフの確認

D. プロセス変数のトレンドグラフ確認

寄与量の高い、DO 濃度、曝気風量、ブロウ電力、ブロウ回転数のトレンドグラフを確認する。すると、ブロウ電力、ブロウ回転数、曝気風量等が増加しているにもかかわらず、DO 濃度が低下していることがわかる。

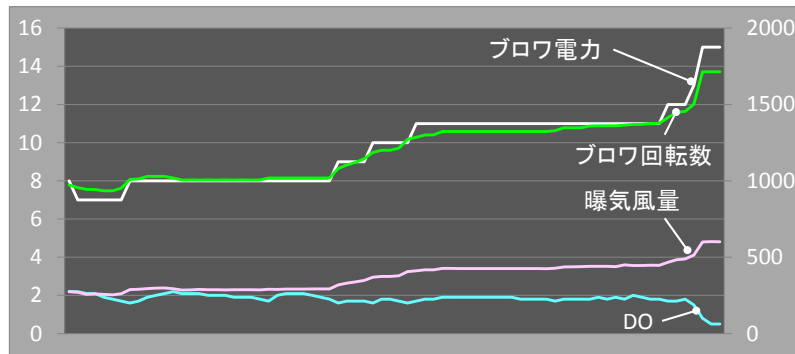


図 5-13 DO 濃度、曝気風量、ブロウ電力、ブロウ回転数のトレンドグラフの確認

E. 要因の推定と対策

ブロウ風量、ブロウ電力、回転数が増加しているにもかかわらず、DO 濃度が低くなっているため、①流入負荷の増加、②散気管等ブロウ配管関係の目詰まり、等が要因として推定される。①の可能性を確認するために、例えば、図 5-14 のように、流入量や NH<sub>4</sub>-N 濃度のトレンドグラフを確認する。

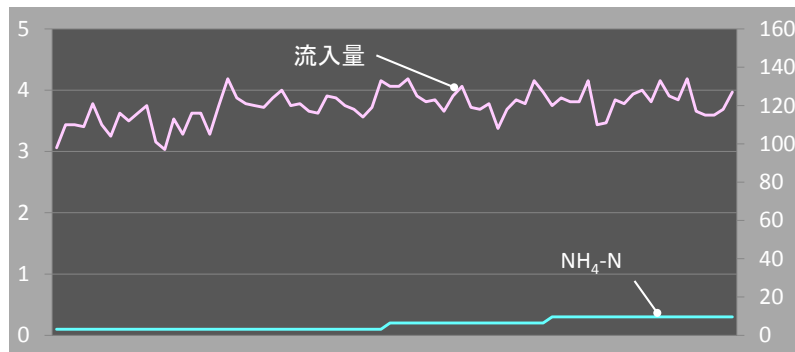


図 5-14 流入量、NH<sub>4</sub>-N 濃度のトレンドグラフの確認

図 5-14 のトレンドグラフからは、流入量や NH<sub>4</sub>-N 濃度に特別な変化は認められないので、②の可能性を疑う。ブロウ圧力の寄与量もやや高いため、図 5-15 のように、ブロウ圧力のトレンドグラフを確認する。

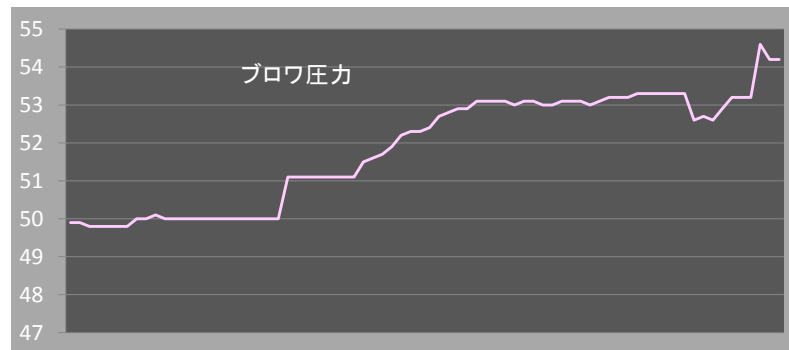


図 5-15 ブロワ圧力のトレンドグラフの確認

図 5-15 のトレンドグラフからは、ブロワ圧力が増加する傾向が認められるため、ブロワ配管関係の目詰まりの可能性が高いと判断する。そして、目詰まりの原因を調査し、必要な対策をとる。



## 第2節 本技術の維持管理

### § 28 本技術の維持管理

本技術の機能を適切に維持・発揮させるために、以下に示す内容の維持管理を実施する。

- (1) NH<sub>4</sub>-N/DO 制御技術の維持管理
- (2) 制御性能改善技術の維持管理
- (3) MSPC 技術の維持管理

#### 【解説】

ここでは、本技術の機能を適切に維持、発揮させるために、以下に示す内容の維持管理の内容について説明する。

- (1) NH<sub>4</sub>-N/DO 制御技術の維持管理
- (2) 制御性能改善技術の維持管理
- (3) MSPC 技術の維持管理

#### (1) NH<sub>4</sub>-N/DO 制御技術の維持管理

NH<sub>4</sub>-N/DO 制御技術の機能を適切に維持、発揮するためには、以下の維持管理が必要となる。

- a) 必要 ASRT の確保
- b) NH<sub>4</sub>-N センサーの維持管理

#### a) 必要 ASRT の確保

NH<sub>4</sub>-N/DO 制御技術の機能を発揮させるためには、硝化反応が進行し得る条件で反応タンクを運転管理する必要がある。硝化反応が進行するためには、反応タンク内に硝化細菌が十分に確保できている必要があるため、必要 ASRT を確保する必要がある。

式 5.1 に示す下水道設計指針に記載の計算式等に基づいて、その時の水温に応じて、硝化性能を維持するための ASRT を必要日数以上確保するように活性汚泥濃度の管理を行う必要がある。

$$\text{必要 ASRT} = 20.65 \exp(-0.0639 \cdot T)$$

…式 5.1

(T : 水温)

b)  $\text{NH}_4\text{-N}$  センサーの維持管理

$\text{NH}_4\text{-N/DO}$  制御技術の機能を適切に発揮させるためには、 $\text{NH}_4\text{-N}$  センサーの精度の確保が重要である。 $\text{NH}_4\text{-N}$  センサーの精度を確保するために、 $\text{NH}_4\text{-N}$  センサーを適切にメンテナンスする必要がある。

イオン電極式の  $\text{NH}_4\text{-N}$  センサーで必要となる基本的なメンテナンス項目は、以下のとおりである。

- 1) センサーの校正作業
- 2) センサーの引上げ洗浄
- 3) センサー電極の交換作業

センサーの具体的な保守の方法については、**§ 29 本技術の保守点検**ならびにセンサーのマニュアルにゆだねるが、本節では、その精度を確保するために必要な頻度に関して記述する。

$\text{NH}_4\text{-N/DO}$  制御技術の性能を発揮するためには、1) に関しては、センサーのドリフト異常の回避の観点から、2週間に1回程度、2) に関しては、1回/月程度実施することが望ましい。また、3) についてはセンサーにより異なると考えられるが、概ね6カ月～1年に1回の交換が必要となる。

ただし、センサーの校正作業の頻度に関しては、後述する **MSPC** により、センサーの状態を診断している場合については、**MSPC** で異常検知時に校正を実施することにより、校正周期を平均的に2週間程度より長くすることが可能である。

(2) 制御性能改善技術の維持管理

制御性能改善技術の機能を適切に維持・発揮するためには、以下の維持管理が必要となる。

- a) 信号計測値の信頼性確保
- b) ネットワーク通信品質の確保

a) 信号計測値の信頼性確保

制御性能改善技術では、**DO** 計測値や送風機回転数といった制御ループの信号値を入力とするため、性能を発揮するためには計測値の信頼性を確保する必要がある。**DO** センサーのメンテナンスに加え、伝送路となる信号線や接続される計装盤や動力盤の端子、基板についても定期的に点検を行うことが望ましい。

## b) ネットワーク通信品質の確保

ネットワークに過度な遅延が生じた場合、リモートサーバにて制御性能改善機能に必要なデータを収集できない可能性があるため、ネットワークの帯域に対して過度なトラフィックとならないように留意する必要がある。近年では、サイバー攻撃の脅威も増加しているため、データ収集の障害とならないようにセキュリティ対策を実施することが望ましい。

## (3) MSPC 技術の維持管理

診断モデルが有する各種のパラメータは設計時に適切に設定されるが、必要に応じて、設計したパラメータを再調整・再設定することが可能である。以下、主なパラメータの再設定方法について述べる。

## a) 異常兆候検出しきい値の再設定

しきい値の変更によって、異常兆候の検出感度を調整することができる。そのため、確認不要と思われる軽微な異常兆候を検出し、異常発報数が多すぎる場合には、しきい値の感度を調整する $K_\alpha$ 値を大きくするように調整する。例えば、 $K_\alpha=3$ の場合は、 $K_\alpha=4$ 等に変更すると、検出感度を弱め、発報数が減少する。一方、異常兆候の検出感度を高めたい場合は、 $K_\alpha$ 値を小さくするように調整する。例えば、 $K_\alpha=3$ の場合は、 $K_\alpha=2$ 等に変更すると、検出感度を高め、発報数が増加する。 $K_\alpha$ 値の通常の調整範囲は、おおよそ $2 \leq K_\alpha \leq 4$ 程度であり、この範囲を超えて調整を行う場合も $1 \leq K_\alpha \leq 6$ の範囲に留めることが好ましい。

## b) 異常診断モデル更新周期の再調整

下水処理プロセスの運用状態に適合するように、診断モデルの更新周期を調整することができる。下水処理プロセスの運用状態は、季節の変化に伴う水温の変化やSRT設定の調整等に伴う汚泥性状の変化等により、常に変化していると考えてよい。

モデル更新周期と下水処理プロセスの運用状態の変化とが適合しない場合は、運用状態の変化を異常兆候として検出してしまう場合がある。このような場合は、以下のいずれかの方法で、モデル更新周期を再調整する。異常診断の主な目的にセンサードリフト等の緩やかな異常兆候の検出が含まれない場合は、運用状態の変化を検出しないようにモデル更新周期をより短く設定する。この方法では、運用状態の変化を検出しにくくなるが、同時にセンサードリフト等の緩やかに生じる異常も検出しにくくなる。一方、センサードリフト検出等も目的とする場合には、モデル更新周期をより長く設定して長期間のデータを用いて診断モデルを構築することで、運用状態の変化に対する検出感度を低下させる。

c) 診断ユニットの変更・追加

第4章 第2節 §26 MSPC 技術の設計で示した診断ユニットは、運転の中でも追加・変更が可能である。基本的な修正は、各診断ユニットの入力変数の追加あるいは削除で対応できる。表4-7の△印で示した項目等、新たにセンサーを導入した場合等は、それらの項目を入力に追加することができる。

一方、センサーが長期間故障している場合や計測値が不安定な場合は、該当する項目を削除して診断モデルを運用することも検討する。このような項目を含んだままで診断を継続すると、常時異常状態となり、本来の診断が不可能となる恐れがある。

また、新たに検出したい目的が生じた場合には、表4-7にならって、新たな診断ユニットをユーザで定義することも可能である。

### § 29 本技術の保守点検

本技術における各設備・機器がその機能を良好・安全に維持するため、定期的に保守点検を行う。

#### 【解 説】

本技術における各設備・機器がその機能を良好・安全に維持するため、定期的に保守点検を行う必要がある。本技術において導入する、もしくは関係する設備・機器は、大きく

- ①電気設備（監視制御装置、コントローラ、センサー類）
- ②リモートサーバ設備
- ③ネットワーク設備

に分けられる。

そこで、これらの設備、機器の保守点検項目を**表 5-2** に示す。保守点検にあたっては、保守点検の頻度や具体的なチェック項目を定めて、計画的に実施していく必要がある。

なお、実際にこれらの機器の保守点検の実施にあたっては、各機器の保守点検マニュアルを参考にされたい。また、機器によっては、製造メーカーの技術員による定期的な保守等が必要になるものもあることから、あらかじめ必要な予算を確保する等の計画的な対応も必要となる。

表 5-2 本技術における主要機器の保守点検項目一覧

設備	機器	保守点検内容	保守点検頻度
電気設備	監視制御装置	メーカーで定める保守点検を実施する。	定められた内容に従う
	コントローラ	メーカーで定める保守点検を実施する。	定められた内容に従う
	NH <sub>4</sub> -N センサー	NH <sub>4</sub> -N センサーが正常に取り付けられていることを確認する。	日常
		NH <sub>4</sub> -N センサーが下水に十分に浸漬していることを確認する。	日常
		センサー部に汚れが付着していないかどうかについて確認する。	日常
		測定値が正常であること。	日常
		洗浄装置が正常に動作していることを確認する。	日常
		センサー部に汚れが付着していた場合に、洗浄を行う。	月次
		測定値が正常でない（誤差がある）と想定された場合に、校正を実施する。	月次（§ 28 本技術の維持管理参照）
NH <sub>4</sub> -N センサーに用いられる各種電極の交換を行う。	年次		
DO センサー	メーカーで定める保守点検を実施する。	定められた内容に従う	
リモートサーバ設備	サーバ	サーバの稼働状況確認	日常
		アプリケーションの稼働状況確認	日常
		メーカーで定める保守点検を実施する。	定められた内容に従う
ネットワーク設備	ネットワーク	ネットワーク機器の稼働状況確認	日常

### § 30 異常時の対応と対策

本技術の運転において発生し得る異常に対して、その影響および対処方法を事前に想定し、異常が発生した場合は適切に対処する。

#### 【解 説】

本技術の運転において発生し得る異常に対して、その影響および対処方法を事前に想定し、異常が発生した場合は適切に対処する必要がある。想定される異常としては、以下の項目が挙げられる。

- ① 硝化性能（処理水質）の異常
- ② 省エネ性能の異常
- ③ 制御センサーの異常
- ④ 機器の異常
- ⑤ システムの異常

これらの異常が発生した場合の対応と対策について、**表 5-3** に示す。また、これらの異常を検出する可能性のある MSPC の診断ユニット一覧を**表 5-4** に示す。MSPC で異常を検出した場合には、その要因候補の変数（プロセス監視データ項目）を参考に、**表 5-3** の対応を行う。

表 5-3 異常時の対応と対策

事象	調査項目	対策
硝化性能（処理水質）の異常	ASRT の確認	ASRT が不足の場合は、必要日数を確保できるように汚泥管理を行う。
	流入水質の確認	突発的なものか、継続的なものかを確認し、継続的なものと判断される場合は、制御目標曲線を水質重視方向に変更する。
	活性汚泥の状態確認	制御モードを DO 一定制御もしくは送風量一定制御とし、異常要因の調査を行うとともに、状態が戻るように運転管理を行う。
	制御センサー異常	DO 一定制御もしくは送風量一定制御に制御モードの切り替えを行い、NH <sub>4</sub> -N センサー、DO センサーの調査、マニュアルに沿った対応、ならびに修繕対応を行う。
	送風機、電動弁等の機器異常	調査を行い、マニュアルに沿った対応、ならびに修繕対応を行う。
	散気管異常	調査を行い、マニュアルに沿った対応、ならびに修繕対応を行う。
省エネ性能の異常	制御センサー異常	DO 一定制御もしくは送風量一定制御に制御モードの切り替えを行い、NH <sub>4</sub> -N センサー、DO センサーの調査、マニュアルに沿った対応、ならびに修繕対応を行う。
	NH <sub>4</sub> -N センサードリフト異常	DO 一定制御もしくは送風量一定制御に制御モードの切り替えを行うとともに、NH <sub>4</sub> -N センサーの計測値のトレンドデータの確認を行う。ドリフトと判断される場合は、校正を行う。また、ドリフトの進行が速い場合は、電極の調査や交換等の対応を行う。
	DO センサードリフト異常	送風量一定制御に制御モードの切り替えを行うとともに、DO センサーの計測値のトレンドデータの確認を行う。ドリフトと判断される場合は、校正を行う。また、ドリフトの進行が速い場合は、電極の調査や交換等の対応を行う。
	送風機、電動弁等の機器異常	調査を行い、マニュアルに沿った対応、ならびに修繕対応を行う。
	散気管異常	調査を行い、マニュアルに沿った対応、ならびに修繕対応を行う。



表 5-3 異常時の対応と対策（つづき）

事象	調査項目	対策
省エネ性能の異常	流入水質の確認	突発的なものか、継続的なものかを確認し、継続的なものと判断される場合は、処理水 $\text{NH}_4\text{-N}$ の管理目標値に対する余裕度を考慮の上、制御目標曲線を省エネ重視方向に変更する。
制御センサーの異常	センサー異常要因の調査	DO 一定制御もしくは送風量一定制御に制御モードの切り替えを行い、原因の調査、マニュアルに沿った対応、ならびに修繕対応を行う。
機器の異常	送風機の異常	調査を行い、マニュアルに沿った対応、ならびに修繕対応を行う。
	風量調節弁の異常	調査を行い、マニュアルに沿った対応、ならびに修繕対応を行う。
	散気管の異常	調査を行い、マニュアルに沿った対応、ならびに修繕対応を行う。
システムの異常	コントローラ異常	調査を行い、マニュアルに沿った対応、ならびに修繕対応を行う。
	サーバ異常	調査を行い、マニュアルに沿った対応、ならびに修繕対応を行う。
	ネットワーク異常	調査を行い、マニュアルに沿った対応、ならびに修繕対応を行う。

表 5-4 異常を検出する可能性のある診断ユニット

事象	異常原因 ・異常箇所	異常事象を検出する可能性のある診断ユニット						
		プロフ	流量・ 水位	セン サー	制御	原単位	水質	汚泥
硝化性能 (処理水質) の異常	ASRT 異常						○	○
	流入水質異常	○					○	
	活性汚泥の状態 異常						○	○
	制御センサー異常	○	○	○	○		○	
	送風機、電動弁等 の機器異常	○				○	○	
	散気管異常	○				○	○	
省エネ性能の異常	制御センサー異常	○	○	○	○	○		
	NH <sub>4</sub> -N センサー ドリフト異常	○		○		○		
	DO センサー ドリフト異常	○		○		○		
	送風機、電動弁等 の機器異常	○	○		○	○		
	散気管異常	○	○		○	○		
	流入水質の確認	○				○	○	
制御センサーの 異常	センサー異常	○	○	○	○	○	○	
機器の異常	送風機の異常	○						
	風量調節弁の異常	○						
	散気管異常	○						
システムの異常	コントローラ異常		○		○		○	
	サーバ異常							
	ネットワーク異常							