

## II. 汚染土壌浄化・水質浄化技術

# — 蛍光式溶存酸素計 —

## 新世代の蛍光式溶存酸素測定技術

寺 沢 啓 (てらさわ・はじめ)  
セントラル科学(株) プラント営業部

### はじめに

下水処理施設及び排水処理施設において水処理の効率化を図り、好気性処理におけるエア量の適正化及びエネルギーコストの削減を実施する上で、溶存酸素濃度の測定と制御は非常に重要である。そのため信頼性が高く、メンテナンス間隔の長い溶存酸素計のニーズは、今後ますます高まっている。

溶存酸素計は、ガルバニ電池式・ポーラログラフ式に代表される隔膜式溶存酸素計が使用されてきたが、定期的な隔膜及び内部液の交換や内極メンテナンスと共に2週間～1カ月に1回程度の校正や検出部(隔膜)の洗浄が不可欠であり、流速、pH、硫化水素等の溶存ガス、温度、酸化性物質及び還元性物質の影響があり、使用条件等アプリケーションにおいて制約の多い計測器であるというのが現況といえる。

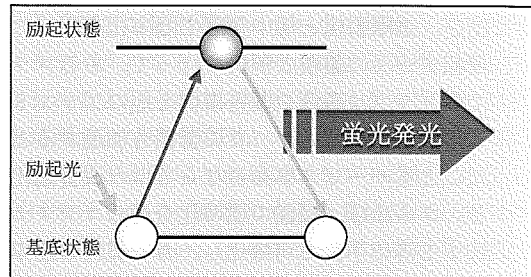
また、蛍光式(発光強度測定式)の溶存酸素計は開発されていたがインシャルコストや形状等で普及していない現状もある。さらに、蛍光式(発光時間測定式)は現在、さまざまなアプリケーションで隔膜式溶存酸素計に代わり使用されつつあり、メンテナンス性などの向上がみられる。

このような状況を踏まえ、曝気槽、嫌気槽等広範囲の条件で信頼性よく監視、制御することができ、メンテナンス性やアプリケーション対応性に優れた蛍光式溶存酸素計(FDO)を開発した。

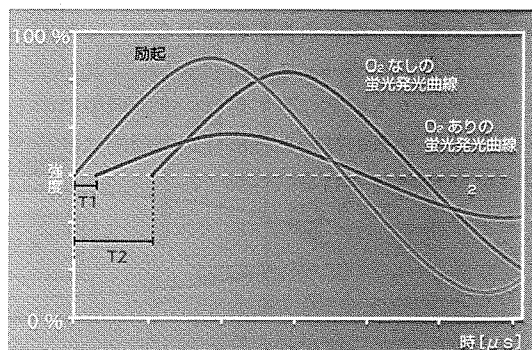
### 1. 測定原理

分子を構成する電子の持っているエネルギーレベルは、外部から紫外線等の照射を受けると光エ

ネルギーを吸収して“基底状態”から“励起状態”に遷移する。通常、光励起された分子は、蛍光を放射してもとの基底状態に戻る。しかし、光励起状態にある分析の周りに酸素分子が存在すると、励起エネルギーが酸素分子に奪われ、光の放射強度が減少する。この現象は酸素消光(Oxygen Quenching)と呼ばれる。また、光により励起された分子は、励起状態に移り、その後、基底状態



第1図 エネルギーレベルと蛍光の発生



DO測定に使用される蛍光発光信号の強度ではなく、 $10^{-6}$ 秒単位の発光開始時間(T1, T2)を測定している。

第2図 酸素の有無に対する蛍光発光及び位相のズレ

に遷移するとき光を放射する(第1図参照)。したがって、蛍光の発光強度は、酸素分子濃度に反比例している。基底状態に遷移する時の蛍光発光は、一定の消光速度であるため、蛍光発光時間も酸素分子濃度に反比例している。また、蛍光発光の減衰挙動は、励起光に対して位相のズレを生ずる。(第2図参照)。

蛍光方式溶存酸素計は、この原理を採用しているが、今回紹介する蛍光式溶存酸素計 FDO 型は、従来の蛍光式溶存酸素計とは異なる様々の技術を搭載した、新世代の蛍光式溶存酸素計といえる。

#### 従来式の溶存酸素計との相違点

蛍光式溶存酸素計は広く使用されている隔膜式溶存酸素計とは、その測定原理の違いから、以下のような相違点がある。

- (1) センサーは、アノード・カソードを使用していない。
- (2) センサーは、隔膜・内部液を使用していない。
- (3) 測定時に酸素消費が無いため、測定サンプルの流速が不要である。

また、従来の蛍光式溶存酸素計と比較して以下のような特長及び機能を備えている。

- (4) 知能を持った高性能センサーキャップ(IQMC)…センサーキャップの交換作業だけである(2.1参照)。
- (5) ソフトグリーン技術…センサーキャップが長寿命となった(2.2参照)。
- (6) 同光路長リファレンスシステム(EPRS方式)…測定値ドリフトが回避できる(2.3参照)。
- (7) センサーキャップのオリジナルデザイン…気泡滞留の影響を低減した(2.4参照)。

## 2. 蛍光式溶存酸素計 FDO の特長

従来の蛍光式溶存酸素計の構造と同様に上記(1)~(3)の相違点があることにより、センサーキャップの交換及びセンサーの校正などメンテナンス頻度を大幅に低減することが可能となっている。また、攪拌できないサンプル水を測定する場合にも、そのまま電極を浸漬するだけで溶存酸素が測定できる特長がある。

そのほか、蛍光式溶存酸素計 FDO 型は、以下のような特長がある。

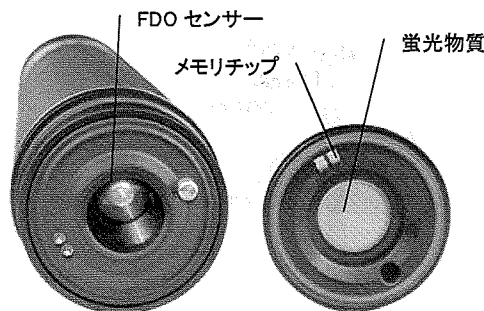


写真1 IQMCテクノロジー

### 2.1 IQMCテクノロジー (IQ Membrane Calibration)

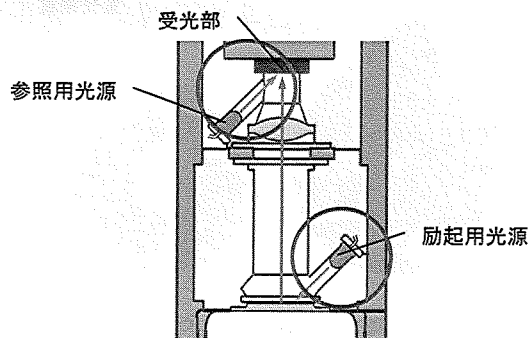
センサーキャップには、工場での校正情報等がメモリーされている。従来はセンサーキャップ交換の際には、製造番号、キャリブレーションコードなどの個別情報を別途入力することが必要であった。FDOでは、全てのセンサーキャップデータが内蔵されたメモリチップに保存されているため、新しいセンサーキャップを取り付けるだけで、データが自動的に転送される(写真1参照)。

### 2.2 ソフトグリーン技術

溶存酸素の測定は、センサーキャップのキャリア剤に塗り込まれた蛍光物質が持つ特性を利用した、蛍光発光原理に基づいている。従来の蛍光式溶存酸素測定技術では、蛍光物質を青色光で励起している場合がある。ここで光エネルギーは赤外光側から紫外光側に向かって高くなっている。青色光と緑色光の持つ光エネルギーは、青色光>緑色光となる。FDO型では、励起光源としてエネルギーのソフトな緑色光を使用し、蛍光物質への負荷を低減させている。このことにより、センサーキャップの交換頻度を半減することができる。従来は、1年に1回の交換が必要であったが、FDO型では2年間に1回となっている(当社比)。

### 2.3 EPRS方式 (Equal Path Reference System)

蛍光式溶存酸素計では、励起のための光源のほかに、光学系のドリフトを補正するために、参照光源を備えている。しかしながら、使用されている光源や、励起光源の光路は、参照光源の光路と同一でない場合がある。このような蛍光式溶存酸素計はモニターや制御用として、長期間にわたって使用されることから、センサー内の光学系

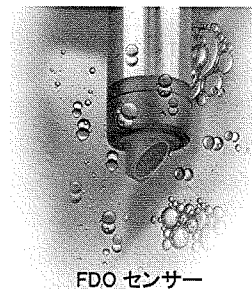


第3図 EPRS方式

のドリフトが発生し、測定値に影響する可能性がある。FDOでは、“励起用光源及び参照用光源”及びその光路が全く同一となっているため光学系のドリフトを最小限にする構造となっている。(第3図参照)

#### 2.4 センサーキャップ 45度の感応面

溶存酸素を測定する場合に、センサーに対する気泡滞留の影響を考慮することは、一般的である。オンライン測定の場合においても、センサー設置場所について当該の点を十分に考慮し、影響のない設置方法を選択する必要がある。FDOでは、センサーキャップ先端の感応面に垂直方向に対して45度の角度を持たせ、大量の気泡が当たる場合でも、気泡の滞留がなく測定値に影響がない構造となっている。したがって、設置場所を慎重に選定する必要が少ない(第4図参照)。



FDO センサー

第4図 45度傾斜の感応面

### 3. まとめ

新世代蛍光式溶存酸素計FDOは、従来の蛍光式溶存酸素計が持つ特長とともに、本稿で紹介した大きな特徴を有した測定器である。溶存酸素測定結果だけでなく、そのメンテナンス性についても、ユーザーメリットが大きいとの評価を得ている。

今後とも下水処理施設及び排水処理施設におけるエネルギーコストの低減やメンテナンス性向上を目指して、さらなる技術改良、用途開発を進めていきたいと考えている。

【問合せ】 セントラル科学(株) プラント営業部  
 TEL : 03-3812-9186 FAX : 03-3814-7538  
 E-mail : terasawah@aqua-ckc.co.jp