



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	蛍光発光時間測定式溶存酸素計のフィールド試験結果について
Author(s)	寺沢, 啓
Description	第12回衛生工学シンポジウム (平成16年11月4日 (木) -5日 (金) 北海道大学クラーク会館) . 一般セッション . 2 水環境 . 2-5
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 12, 73-76
Issue Date	2004-10-31
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/1233
Type	departmental bulletin paper
File Information	2-5_p73-76.pdf



2-5 蛍光発光時間測定方式溶存酸素計のフィールド試験結果について

○ 寺沢 啓(セントラル科学)

1. はじめに

下水道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一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、メンテナンス頻度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回程度のキャリブレーションや検出部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、酸化性及び還元性物質の影響等があり、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言える。

また、蛍光強度測定方式の溶存酸素計は開発されていたがイニシャルコストや形状等で普及していない現状がある。

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、制御し、メンテナンス性に優れた蛍光発光時間測定方式溶存酸素計(LDO)を開発した。

フィールドにおける実証試験を行い、知見が得られたので、以下結果について報告する。

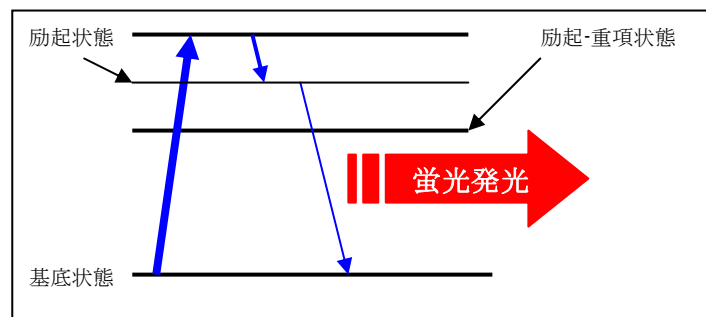
2. フィールド試験概要

2-1. 蛍光発光時間測定方式溶存酸素計の測定原理

全ての物質は様々な分子で構成されている。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、蛍光やりん光などの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子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、光などにより励起された分子は多くの励起状態に移るが、しばらく後に励起状態のエネルギーレベルが一番低い状態(励起-重項状態)になり、次に基底状態に遷移するとき光を放射する
(図—1参照)

このように蛍光の発光強度は、酸素分子濃度に反比例している。



図—1 エネルギーレベルと蛍光の発生

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。つまり、発光時間は、酸素無しの状態(真空状態)では長く、酸素濃度が約21%の大気圧条件下の様な酸素有りの状態では短くなる。(図—2参照)

蛍光発光時間測定方式溶存酸素計は、この原理を採用している。

2-2. 従来器との相違点

- (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為測定サンプルの流速が不要。

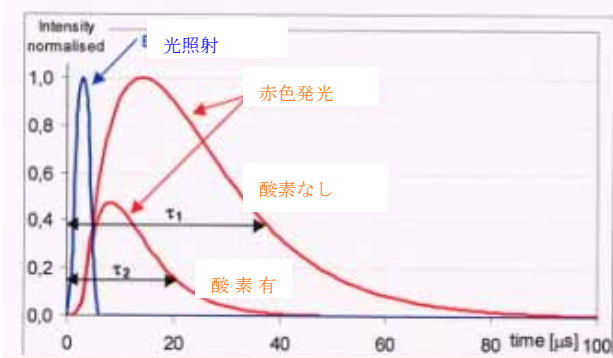


図-2 励起発光(青色)と基底発光(赤色)の経過曲線

2-3. 試験内容

- (1) 設置場所・・・下水処理場 曝気槽 水深50cm、MLSS: 1500mg/L
- (2) 試験条件・・・洗浄装置は付加しない。下水処理場技術者が毎日校正して測定している携帯用DO計測定値を基準値とした。LDOは設置時の校正以外、試験期間中校正は行わない。



写真—1



写真—2

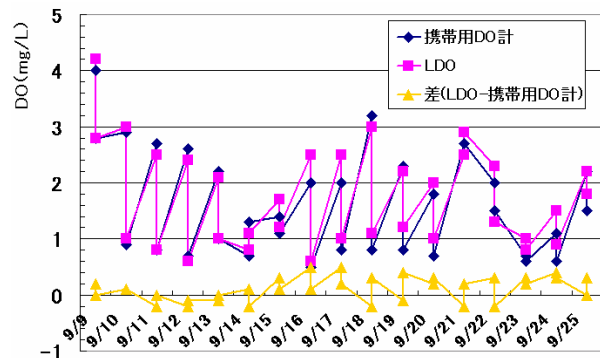
試験器設置状況

上記、写真—1、2のように曝気槽に設置し、毎日9:00、16:00の2回校正済み携帯用DO計をLDO設置場所と同じ位置に投げ込み測定した。

3. 試験結果

3-1. 試験データ

フィールド試験は9/9から10/26迄設置し携帯用DO計、LDO、差(LDO—携帯用DO計)の結果を図—3及び図—4に示す。携帯用DO計は毎日の測定前に校正を実施し、LDOは設置時に校正を行ったのみで試験期間中は一切校正を実施しなかった。

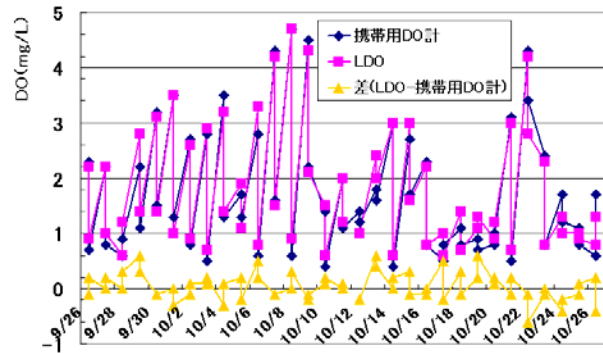


図—3 試験データ(9/9～9/25)

携帯用DO計とLDOとの差は、最大0.5 mg/L以内であり、約8週間の間よく一致した結果が得られた。

試験終了時のセンサー部の状況を写真—3に示す。

今回のフィールドでは、洗浄装置を追加設置する事なしに、汚れ付着はみられなかった。



図—4 試験データ(9/26～10/26)



写真—3 試験終了時のセンサー部



3-2. 流速の変化による影響

本フィールド試験で使用したLDOは、センサーの構造上、センサー内の酸素消費が無いため、流速変化による影響がないことが特長である。飽和水を作成し、攪拌有り・攪拌無し・流速変動の状態にて測定値の時間変化を比較した。結果を表—1示す

表—1 流速変化の影響

経過時間(分)	LDO		隔膜式DO計		攪拌速度 rpm	測定値 (mg/D)
	攪拌あり	攪拌なし	攪拌あり	攪拌なし		
0	8.97	8.93	7.56	7.58	0	8.96
1	8.96	8.98	7.54	6.28	100	8.93
2	8.98	9.05	7.58	5.28	200	8.93
3	8.98	9.10	7.61	4.87	300	8.92
4	8.99	9.08	7.63	4.60	400	8.92
5	8.99	9.08	7.68	4.80	500	8.91
6	8.99	9.08	7.66	4.88	600	8.93
7	8.99	9.09	7.64	4.98	700	8.93
8	8.99	9.08	7.66	4.90	800	8.93
9	8.99	9.07	7.64	4.88		
10	8.98	9.07	7.66			
11	8.98	9.06	7.64			
12	8.98	9.04	7.62			
13	8.98	9.05	7.61			
14	8.97	9.04	7.61			
15	8.97	9.02	7.62			
16	8.97	9.03	7.62	3.16		
17	8.97	9.01	7.67			
18	8.97	9.01	7.64			
19	8.96	9.01	7.64			
20	8.96	9.01	7.64			
21	8.96	8.96	7.66			
22	8.96	8.94	7.63	3.26		
23	8.96	8.93	7.57			
24	8.96	8.94	7.53			
25	8.96	8.94	7.55	3.46		

表—1の左表では、LDOは、攪拌「あり」、「なし」に係わらず安定した結果をしました。一方隔膜式DO計は、攪拌「あり」では安定した指示を示したが、「なし」では電極内の酸素消費により経時的に減少している。

表—2の右表では、攪拌器回転数を0～800rpm迄変化させたが、LDOは安定した測手値を示した。

3-3. 別フィールドでの試験結果

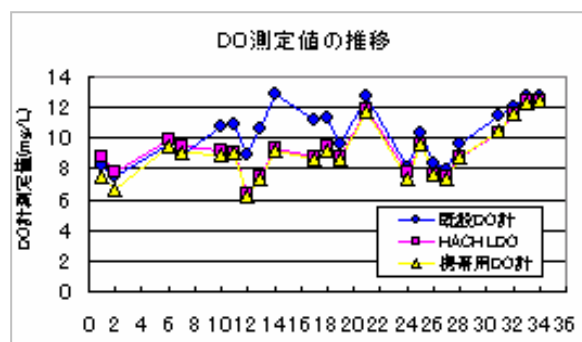
より劣悪な水質でのイールド試験として、食品製造工場の排水処理施設の曝気槽に設置し、連続測定を行った。測定結果を表—2に示す。

設置場所: 曝気槽出口 MLSS: 5000mg/L

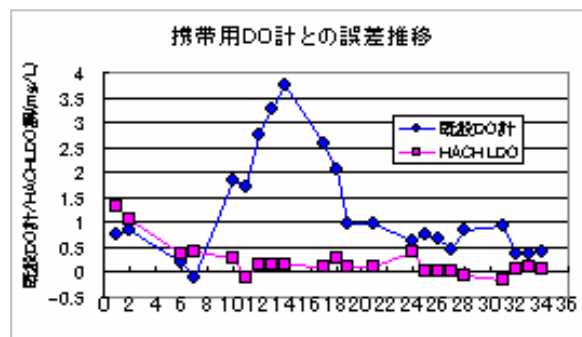
既設DO計: 隔膜式DO計 洗浄システム無し

表—2 測定結果

経過日数	DO計指示(mg/L)			両電極間の酸素消費(mg/L)	
	既設DO計	HACH LDO	携帯用DO計	既設DO計	HACH LDO
0					
1	8.25	8.83	7.5	0.75	1.33
2	7.52	7.77	6.7	0.82	1.07
6	9.68	9.85	9.5	0.18	0.35
7	8.90	9.42	9.0	-0.10	0.42
10	10.73	9.17	8.9	1.83	0.27
11	10.82	8.98	9.1	1.72	-0.12
12	8.95	6.33	6.2	2.75	0.13
13	10.66	7.53	7.4	3.26	0.13
14	12.92	9.35	9.2	3.72	0.15
17	11.17	8.71	8.6	2.57	0.11
18	11.25	9.47	9.2	2.05	0.27
19	9.57	8.70	8.6	0.97	0.10
21	12.76	11.89	11.8	0.96	0.09
24	8.02	7.80	7.4	0.62	0.40
25	10.36	9.64	9.6	0.76	0.04
26	8.28	7.64	7.6	0.68	0.04
27	7.87	7.43	7.4	0.47	0.03
28	9.64	8.75	8.8	0.84	-0.05
31	11.41	10.35	10.5	0.91	-0.15
32	11.97	11.65	11.6	0.37	0.05
33	12.67	12.41	12.3	0.37	0.11
34	12.79	12.47	12.4	0.39	0.07



図—5 測定結果



図—6 測定結果(誤差推移)

基準器とした携帯用DO計とLDOとの平均誤差率は、0.22mg/Lであった。

4. まとめ

蛍光発光時間測定方式溶存酸素計(LDO)は校正、洗浄等のメンテナンスなしに、安定した測定値を得ることができた。

今後は、さらに劣悪な条件下での測定試験とともに、長期間の性能評価試験を行っていく予定である。

参考文献

- ・藤村、今村、川口、中塚:「ム-ア新物理化学(上)」東京化学同人 P119-130
- ・宮井、辻、渡部:「フルオロイムノアッセイ」懇談社 P2-12
- ・御橋、神山、木下、関根、上野、岡本、加藤:「蛍光測定 生物化学への応用」学会出版センター