

<研究発表>

回転セル長変調方式の有機性汚濁物質測定装置(OPSA-150)の開発

江原克信¹, 樽井克泰¹, 小林剛士²

¹株式会社堀場製作所 環境プロセス・システム統括部 水質・温度計測開発部 ²同 企画部(〒601-8510 京都市南区吉祥院宮の東町 2 番地 E-mail:katsunobu.ehara@horiba.com, yoshiaki.tarui@horiba.com, takeshi.kobayashi@horiba.com)

概要

回転セル長変調方式を有した有機性汚濁物質測定装置(自動 UV 計)を開発した。本装置は測定対象溶液の吸光度に応じて光路長を変化させることができるため、吸光度が 0 から 5 までの広い範囲において直線性を維持できた。また、連続洗浄機能により 1.5 ヶ月の間、中断することなく実際の工場排水を安定して測定できることが確認された。これらの結果から、本装置は従来の自動 UV 計では測定できなかったような有機性汚濁物質が多い排水や、有機物質生産プロセスラインの連続測定に適用できると考えられる。

キーワード: UV 計, 有機性汚濁物質, COD, 水質総量規制, 排水

1.はじめに

日本では 1980 年に適用された水質総量規制¹⁾により、閉鎖性水域(東京湾、伊勢湾、瀬戸内海)向け排水中の有機性汚濁物質が規制されている。閉鎖性水域の対象事業者は、排水中の有機性汚濁物質濃度を測定し、その濃度と排水量を管理しなければならない。有機性汚濁物質の指標の一つとして化学的酸素要求量(COD_{Mn})を測定しなければならないが、測定には化学的熟練を必要とする。したがって、COD との相関性を実証することを前提に、自動 COD 計、自動 TOC 計、自動 TOD 計、自動 UV 計の使用も認められている¹⁾。中でも、測定に試薬を用いずメンテナンスが容易などの利点から、自動 UV 計は採用されやすい傾向にある。

自動 UV 計の測定セルには、流通型、落下流水型、浸漬型などの種類があり、各々が特徴を有している。筆者らは、浸漬型の測定セルで、かつ回転セル長変調方式を採用した OPSA-120 を開発してきた²⁾。OPSA-120 は吸光度 2.0 までの溶液を測定可能であるが、高濃度の排水や、有機物質の生産プロセスラインでは、より高い吸光度を測定する必要がある。したがって、より高い吸光度の試料を長期間安定にかつ連続測定できる UV 計の開発が望まれていた。そこで、我々は、回転セル長変調方式が有する低メンテナンス性、連続測定性を維持しつつ、吸光度 5.0 までの溶液を測定可能な OPSA-150 を開発した。

2.OPSA-150 の概要

Fig. 1 に、OPSA-150 の外観を示す。試料はオーバーフロー槽を介して、測定槽に導入される。OPSA-150 本体は操作部と分析部で構成されている。操作部ではタッチパネル方式により校正、測定条件設定、及びデータの保存・抽出が可能になっている。紫外(254nm)、可視(546nm)における吸光度だけでなく、測定吸光度を基に濁度および換算 COD 値も表示できるようになっている。

Fig. 2 に、回転セル長変調部の外観を示す。円筒型の 2 本の石英セル(①)には、それぞれ水銀放電管(⑥)と検出器(③④)が入っている。これらは、それぞれ偏心回転しつつワiper(②)でセル表面が連続洗浄される。

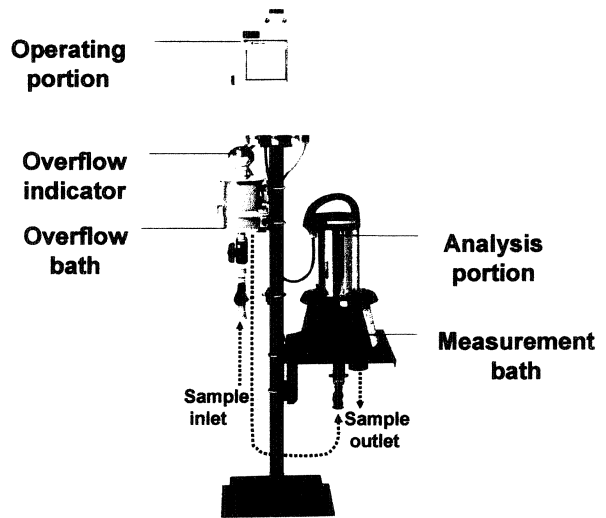


Fig.1 Appearance of OPSA-150

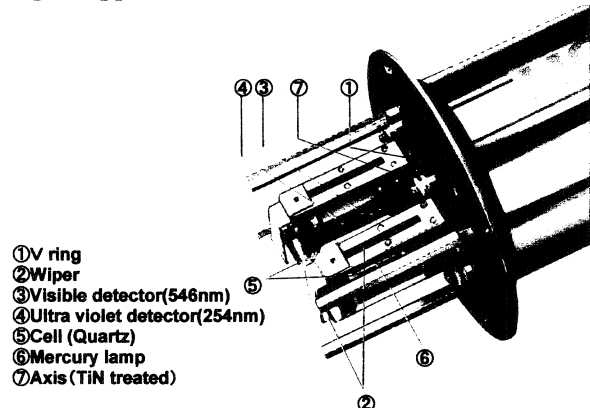


Fig. 2 Appearance of the cell length modulation system

3. 回転セル長変調方式の概要と特徴

Fig. 3 に、回転セル長変調方式の概要を示す。偏心円筒セルが回転することにより、セル長に相当する円筒セル間の長さ(l)が変化する。これに伴い、信号出力も変化する。旧型の OPSA-120 においては、セル長が最短($\theta=0^\circ, l_1$)と最長($\theta=180^\circ, l_3$)のときのみの信号強度差を基に吸光度を算出していた。したがって、測定レンジは固定されてしまい、測定レンジを変えるためには、円筒セルの半径を変えることで l を調節する必要があった。

一方、OPSA-150では、最短(l_1)と最長(l_3)の間のセル長(l_n)においても連続して信号強度を取得し、 l_n と l_1 との信号強度差から吸光度を算出できるように改良した。したがって、同一半径の円筒セルを用いても、 l_1 から l_3-l_1 までのセル長を利用することができるようになった。

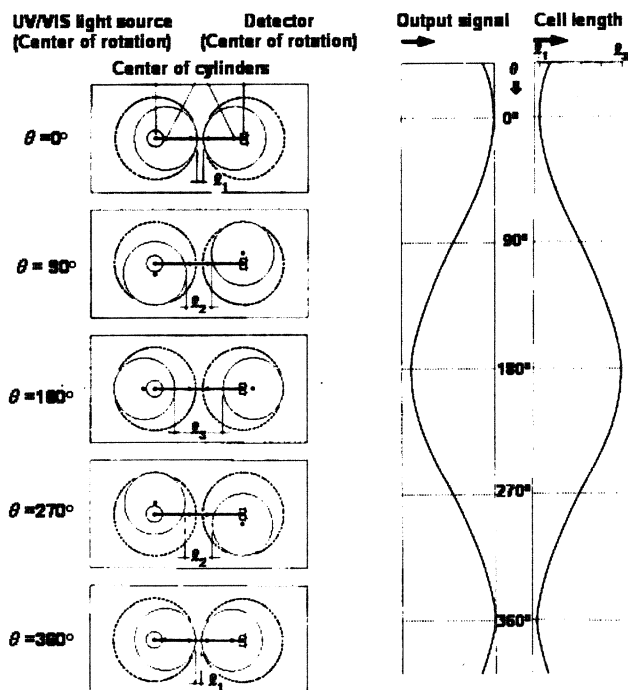


Fig. 3 An outline of the cell length modulation system

4. ワイドレンジ化

Fig. 4 に、ダイレクトブルー水溶液を OPSA-150 で測定した時の直線性を示す。セル長が最も長いレンジ 1.0 において、吸光度(546nm) 2.0~3.0 の溶液を測定すると、実際の吸光度より低い値が得られている。これは、吸光度が高い溶液では、信号強度が弱くなり迷光の影響が出てくるためである。

一方、レンジ 1.0 よりセル長が短いレンジ 2.5 では、吸光度 2.5 付近まで直線性が維持されている。しかしながら、吸光度 4 以上では、レンジ 1.0 と同様に迷光の影響で直線性が維持されていない。さらに、レンジ 2.5 より短いセル長を利用するレンジ 5.0 では、吸光度 5.0 までの直線性が維持されていた。この結果は波長 254nm においても同様であった。

なお、セル長が短くなると、低濃度溶液の測定精度は若干低下してしまうため、測定対象液の吸光度に応じたレンジを選択する必要がある。

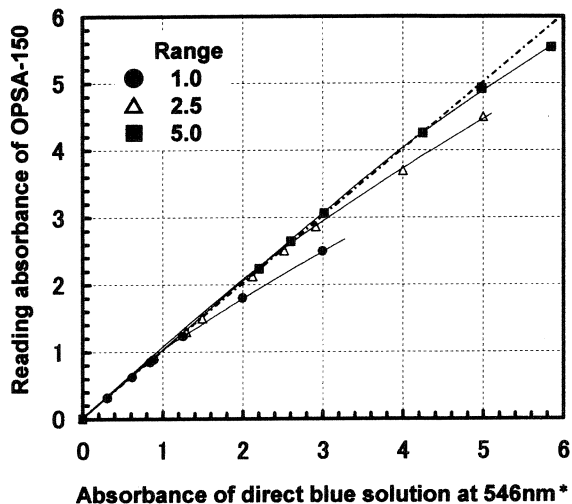


Fig. 4 Linearity of OPSA-150 measurement of direct blue solution *Measured by spectrophotometer

5. 測定事例

Fig. 5 に、工場排水を 9 日間連続測定した結果を示す。254nm および 546nm における吸光度は、それぞれ 0.04 および 0.01 付近で推移しており、4 日目を過ぎた頃の 15 分間は、254nm における吸光度が 0.1 を超えていた。この工場では排水の吸光度(254nm)を 0.1 以下で管理しているため、不適合排水を検出できたことになる。なお、試験期間を 1.5 ヶ月まで延長しても、セルの汚れによる経時的な吸光度増加(ドリフト)は見られなかった。

連続測定においては、セルの汚れによる経時的なドリフトが問題となるため、UV法による有機性汚濁物質測定装置には、間欠洗浄機能が設けられている場合が多い。一方、本装置では回転セルとワイパにより測定しながら連続洗浄が可能である。したがって、測定を中断することなく、長期間にわたりドリフトが小さい結果を得ることができる。

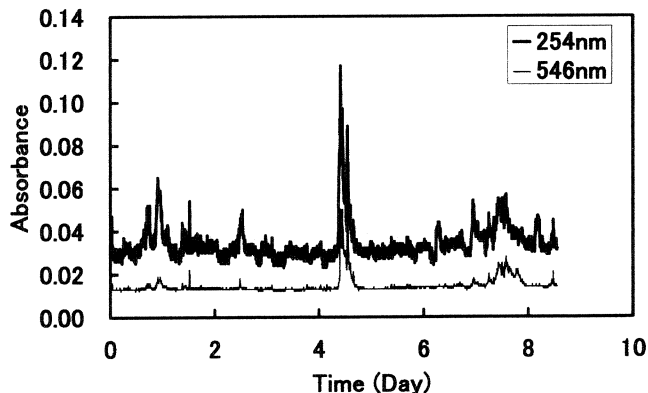


Fig. 5 Continuous measurement of an industrial liquid waste for 9 days.

6. 参考文献

- 1) 齊藤孝夫, “水質総量規制の測定実務ハンドブック”, (株)環境公害新聞社, (1981) p. 9-21
- 2) 藤井 洋, 小林剛士, Readout (Horiba technical report), 31, p. 52 (2005)