

<IWA/ICA2005 報告>

Session 3-1

Sensors in anaerobic digestion

川口容芳 *

㈱明電舎 社会システム事業本部 環境・社会事業部 環境営業技術部

Hiroyoshi kawaguchi*

MEIDENSHA CORPORATION

はじめに

5月30日の午後に行われた Session3-1 の概要について報告する。

Session3-1 では4件の研究発表が行われ、嫌気性消化反応プロセスにおけるモニタリングシステムとセンサー・計測器(ハード、ソフト)の利用に関連する技術動向と研究成果が述べられた。

オンラインモニタリングはプロセスを最適運転状態に近づけるために不可欠な手段ではあるが、近年急速に進歩するIT技術を導入しながらも、嫌気性消化プロセスのようなハード/ソフト両面で過酷な環境で、安定して実用に供するセンサーや計測装置を開発するのは容易でないと感じた。

1. Instrumentation in anaerobic treatment-Research and practice

Henri Spanjers, Jules B. van Lier(The Netherlands)

嫌気性処理プロセスに関する多くの報告事例を調査し、その測定手法や制御手法の原理と発展段階をまとめ、プロセスにおける重要変量の測定手法とその評価を行っている。

高負荷率嫌気性リアクターは高濃度工場廃水や小規模下水の処理に有効な処理プロセスであり、幾つかのタイプのリアクターがあるが、流入の多様性に対応するためにオペレータの技量に依存する部分が多いとの認識に立っている。

こういった事を含めて嫌気性処理プロセスの最適運転を実現するために、オンライン、インライン測定と組み合わせた自動プロセスコントロールが重要であるが、インライン測定技術の多くは未だラボスケールであること、また世界各国約400の嫌気性処理プラントの10%程度にしかオンライン又はインラインでのCOD、TOC、TOD、VFA、アルカリ度、濁度、ガス混合物濃度自動アナライザーの使用が見られないこと、運転は主として手分析と熟練操作員のマニュアルコントロールによっていること、などの問題点も明らかにし、ボトルネックはインライン測定器の再現性と価格であることに言及している。

2. On-line estimation of kinetic parameters in anaerobic digestion using observer-based estimators and multiwavelength fluorometry

E. Morel, B. Tartakovsky, S. R. Guiot, M. Perrier(Canada)

オブザーバに基づく推定手法を用いて嫌気性消化プロセスの動力学パラメータのリーズナブルなオンライン推定値を得ている。オブザーバ設計に簡易一次動力学モデルを採用し、メタン流出率、COD、総VFAを入力としている。CODとVFAの測定には近年リアルタイムバイオプロセスモニタリング手法として高性能が立証されている吸光分析法の一つであるところの多波長蛍光度測定システムを使用している。

評価実験は実験室レベルの嫌気性リアクターで実施された。

使用した簡易モデルの潜在能力の高さと、オブザーバ推定によって得られた推定値のモデル更新への対応性も確認していて、この手法がセンサー故障に至るまでの状態予測やプロセスの適正制御、更には測定周期低減とプロセス制御の連続性確保にも使えるとしている。

現代制御理論に基づくソフトウェアセンサーは産業界の特に電気物理分野で広く利用されてきていると認識しているが、生化学分野でのオブザーバ活用は特に有効な手法と思われた。

3. Industrial scale validation of a new titrimetric sensor for anaerobic digestion processes: Comparison of methodologies

G. Ruiz, F. Molina, J-P. Steyer, Peter

A. Vanrolleghem, U. Zaher, E. Roca, J.M. Lema (Spain, Colombia, France, Belgium)

欧州プロジェクト TELEMAC の中で開発され、市販されている ANASENSE と呼ばれる滴定分析装置を、スペインの醸造業の廃水処理プラントに二ヶ月間連続適用し、揮発性脂肪酸、重炭酸塩、アンモニア、乳酸などの嫌気性廃水処理プラントの自動制御を行う上での重要な変量の測定性能(直線性、精度、再

現性など)を検証した。滴定センサーに使用する演算法は主に2つの手法を使っている。

“手法1”は揮発性脂肪酸、重炭酸塩の特定には高い精度と再現性を示し、簡素で効率的な手法であるが他の化合物(アンモニア、乳酸など)には使えず、それには“手法2”を使っている。

センサーの効果的な適用に重要なのは簡易で低価格な固形物とガス除去システムの具備であって、このシステムで使われたセンサーは良好な性能を発揮している。

4. A prototype system for monitoring of hydrogen sulfide production related processes in sewer networks

Ernis Saracevic, Stefan Winkler, Lydia Brooks, Fatima Bertran de Lis, Norbert Matsche(Austria)

硫化水素は、廃水中のPHが低いとガスとして溶け込み高いとイオン化するが、前者の場合、廃水圧力管が大気解放する場所で硫化水素ガスとして拡散する。下水道システムで生ずる悪臭や建造物の腐食を引き起こす硫化水素の生成プロセスと対応する計測機器の効果を検証するために、現在活動中の調査プロジェクトにおいてプロトタイプモニタリングシステムを下水道管の放圧地点に設置し、試験した。

モニタリングシステムには硫化物、硝酸塩、温度、酸化還元電位の4電極を取り付けられるISEプローブ、硫化水素ガスプローブ、UV-VISプローブ(硝酸塩、COD)と数種類の特殊アナライザーを使用した。

上流側のポンプステーションの間欠運転でモニターしている場所の廃水流速が変化し、電極皮膜が砂で厚く覆われたり、測定チャンバー内に強い乱流が生じたりしてISEプローブの運用に幾つか問題が生じたが、ISEプローブは低レベルのS₂信号の自動PH補償機能があり、廃水中の全硫化物濃度を検出できる事が確認できた。また、用いたUV-VISプローブと吸光度計はCODEQやNO₃-NEQをパラメータとするモデルの計算結果と相関性を示すことも分かった。