

マイクロ波による汚泥濃度の測定

緒方 孝次*、荒井 郁男**、山口 征治***

- * 東京都下水道局
東京都新宿区西新宿 2-8-1
- ** 電気通信大学
東京都調布市調布ヶ丘 1-5-1
- *** (株)東芝 府中工場
東京都府中市東芝町 1

概 要

汚泥濃度は、下水処理、汚泥処理の監視・制御において重要な指標である。汚泥濃度の新しい測定方式として、マイクロ波による位相差測定方式を試みた結果、濃度と位相差との間には良好な相関性がみとめられた。さらに、この方式のプロトタイプ濃度計を下水処理場の汚泥処理施設の汚泥配管ラインにおいてフィールドテストを実施した結果も良好であり、また従来の超音波式濃度計との比較試験でも、流通形よりも優れ、消泡形と同等の特性が得られた。

この新しい測定方式は、汚れの付着及び気泡の影響を受け難く、連続測定可能な実用性の高い方式であると言える。

キーワード

汚泥、濃度、測定、マイクロ波、位相差、手分析法、相関性

1. ま え が き

下水処理、汚泥処理プロセスにおいて、汚泥濃度は各プロセスの監視・制御のために重要な測定項目であり、そのオンライン測定には従来より光学式または超音波式の濃度計が多く用いられている。

汚泥濃度計の適用で注意すべき点は、汚泥中に含まれる気泡の存在である。特に超音波式ではその影響が大きく、消泡機構と組み合わせた濃度計が多く用いられている。この場合には、濃度測定の前に消泡工程が必要となるので、測定は間欠的となる。

一方、最近の下水道の普及にともない汚泥発生量が増大し、薬注、脱水、焼却等の汚泥処理プロセスを効率良く運転するために、汚泥の濃度を連続的にかつ正確に測定できる濃度計が求められている。

そこで、これらの要求に応えられる新しい方式の濃度計として、マイクロ波による汚泥濃度測定の研究を行ったのでその概要を報告する。

2. 測定方式

新しい測定方式としては、従来の方式と比べ波動入射部の汚れの影響を受け難く、また汚泥中の気泡の影響を受け難いと考えられるマイクロ波による位相差測定方式を試みた。

位相差法とは、被測定物質にマイクロ波を入射し、被測定物質を透過してきたマイクロ波を受信し、その受信波の位相遅れを測定して、被測定物質の何らかの物性を

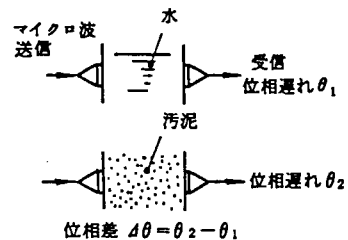


図1. 位相差法の原理図

求めるものである。位相差法による汚泥濃度測定の実験原理図を図1に示す。

水（濃度 0%）を透過させた受信波の位相遅れ θ_1 と汚泥を透過させた受信波の位相遅れ θ_2 との差 $\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1$ から汚泥濃度を測定しようとする方式である。

3. 基本特性

(1)濃度と位相差の相関性

実際の汚泥を測定する前に、セロース粉末を水に懸濁させた液を模擬汚泥として、その濃度と位相差の関係を測定し、相関性を調べた。

その結果の一例を図2に示す。

口径100Aと200Aの場合について示してあるが、いずれの場合も相関係数が1に近い良好な相関性のみとめられた。

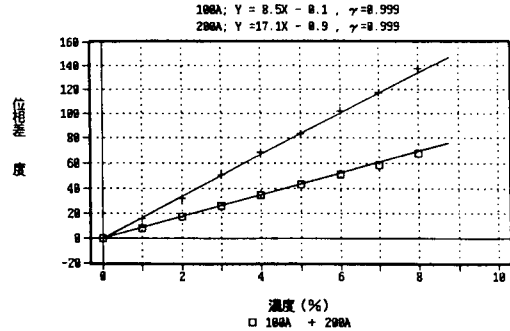


図2. 濃度と位相差の相関性

(2)導電率特性

マイクロ波方式は、汚泥の導電率の影響を受けることは理論的にも予測されるので、水に電解質を添加して導電率を変えて、位相差との関係を測定した結果を、口径100Aの場合について図3に示す。

図2の結果を適用すると、導電率1 mS/cmの変化は濃度約0.2%に相当することになるので、導電率が頻繁に1 mS/cm程度変化するような汚泥を測定する場合にはその影響は無視できない。

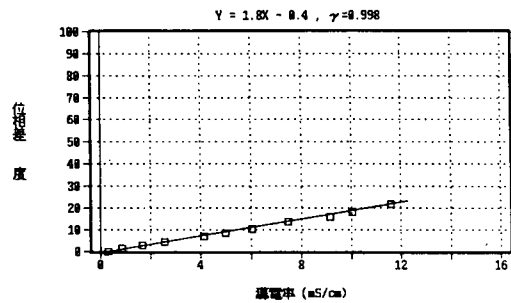


図3. 導電率特性

(3)温度特性

水温を変えて、水温と位相差の関係を測定した結果を、口径100Aの場合について図4に示す。

図2の結果を適用すると、水温（汚泥液温）1℃の変化は濃度約0.4%に相当することになるので、これは無視できず、温度補正が必要である。

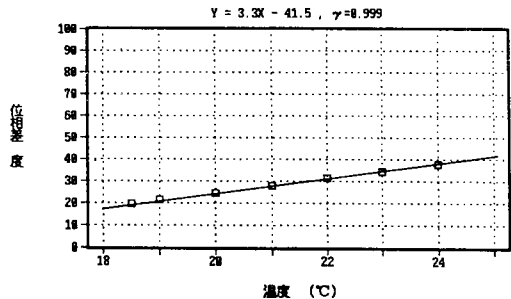


図4. 温度特性

(4)汚泥濃度の測定

A下水処理場の汚泥処理施設において実際の汚泥をサンプリングし、この汚泥を水で希釈して濃度を変え、汚泥濃度と位相差の関係を測定した結果の一例を図5に示す。余剰汚泥及び生活污水について測定したが、いずれも良好な相関性がみとめられた。

(口径 100A 相当の容器を使用)

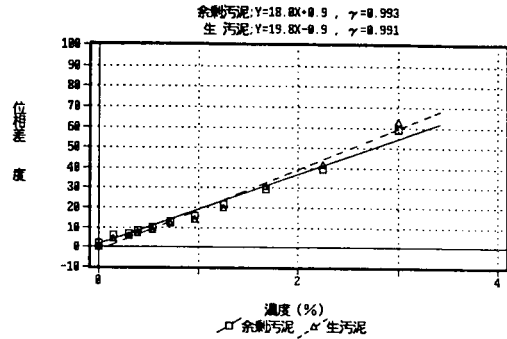


図5. 汚泥濃度と位相差の相関性

4. 連続測定試験

B下水処理場の汚泥処理施設の汚泥配管ライン(口径 200A)において、この測定方式を用いて、また温度補正機能も付加して、約3ヶ月間の連続測定試験を行った。余剰汚泥ラインで約 1.5ヶ月、生及び洗浄消化汚泥のラインで約 1.5ヶ月である。

この試験期間中随時乾燥重量法(手分析法)による測定を行い、位相差と汚泥濃度(手分析固形分濃度)の相関性を求めた結果を図6~8に示す。いずれも良好な相関性がみとめられた。

また連続測定データの一例として、ある1日の間の濃度変化の状況を図9に示す。上から位相差(角度測定値の1/2で表示)、濃度指示値(目盛り×0.1%)、汚泥液温を表示している。このラインには重力濃縮の生活污水と洗浄消化汚泥が2~4時間おきに交互に流れるが、この状況が明確にあらわれている。

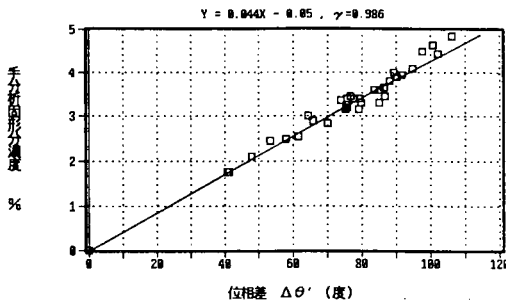


図6. 余剰汚泥の測定

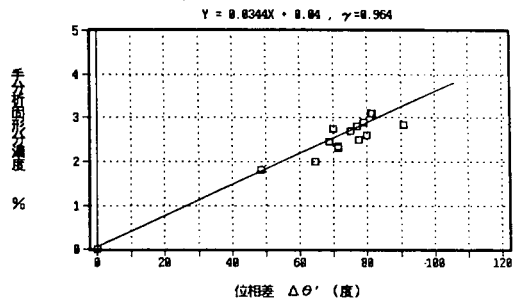


図7. 生活污水の測定

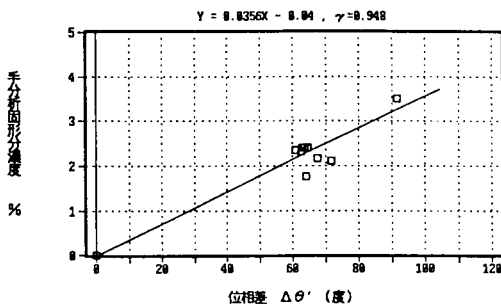


図8. 洗浄消化汚泥の測定

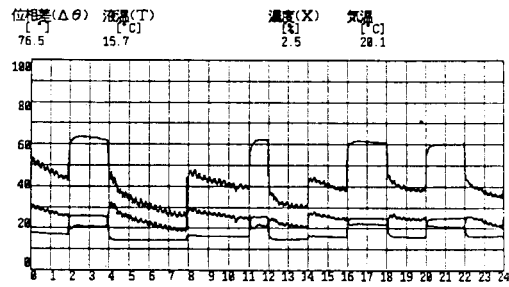


図9. 連続測定データ例

5. 従来方式との比較試験

従来の測定方式の代表として超音波式との比較試験を実施した。4項と同じB下水処理場の汚泥処理施設の汚泥配管ラインにおいて、既設の消泡形超音波濃度計及び新たに設置した流通形超音波濃度計（東芝 161形）との比較測定を約2ヶ月間行った。配管フローの概略を図10に示す。

試験期間中随時行った手分析法による測定値との相関性を図11【マイクロ波式】、図12【流通形超音波式】、図13【消泡形超音波式】に示す。

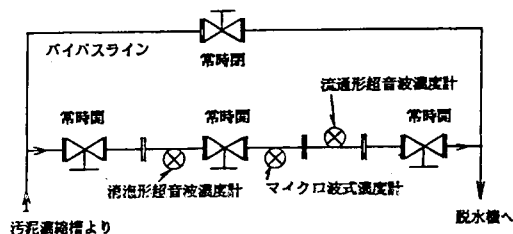


図10. 配管フロー図

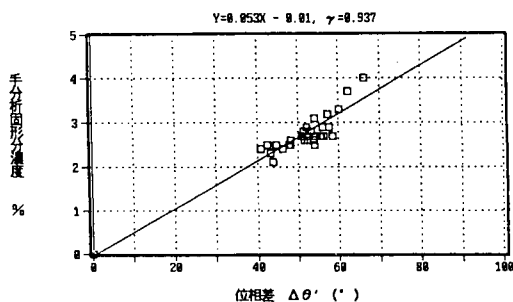


図11. マイクロ波式による測定

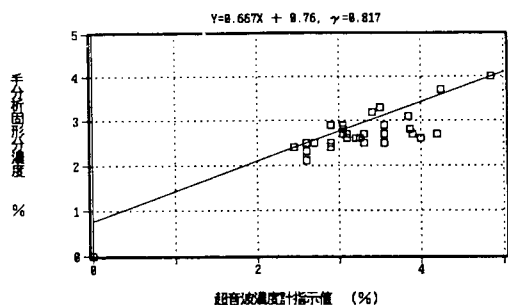


図12. 流通形超音波式による測定

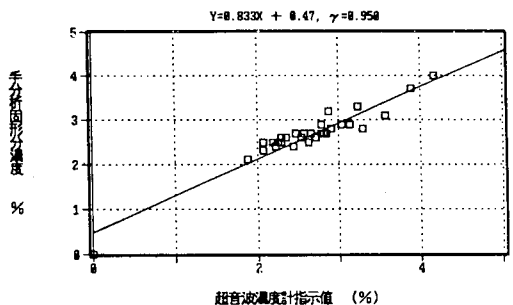


図13. 消泡形超音波式による測定

マイクロ波式は流通形超音波式に比べて相関性がかなり良好な結果であった。流通形は消泡機構がないので気泡の影響を受けているものとみられる。消泡形超音波式との比較では同等とみてよい良好な相関性が得られている。これらの結果からみて、マイクロ波式は消泡機構無しでも消泡形超音波式と同等の測定が可能であると期待できる。

6. あとがき

以上マイクロ波による位相差測定方式を用いて汚泥濃度を測定した結果について述べたが、汚泥濃度と位相差の間には良好な相関性がみとめられ、実用性が高い測定方式であると言える。ただし、汚泥の種類によって検量線の傾きを少し変えることが必要である。

今後はさらにフィールドでの測定データを積み重ねるとともに、製品化に向けての研究開発を進めていく予定である。

おわりに、この研究を終始御指導いただいた東京都下水道局 山浦 武 殿、田中 誠 殿、電気通信大学教授 鈴木 務 殿、また実験に協力いただいた電気通信大学 吐田淳一 殿、(株)東芝 長尾 均 殿に深く感謝致します。

参考文献

緒方、荒井、山口、マイクロ波による汚泥濃度の測定、第29回下水道研究発表会講演集、13-5