

全自動ジャーテストの開発とその利用

五十嵐千秋、* 山本 信二、** 鈴木 潔**

* (株)荏原総合研究所

神奈川県藤沢市本藤沢4-2-1

** 荏原インフィルコ(株)

東京都港区港南1-6-27

概要

ジャーテストは、最適な凝集剤注入率を決める実用的な方法である。ジャーテストが自動化されると人手が省けるほか、データの蓄積が可能となって、これまで以上の適切な凝集沈澱操作が可能になると考えられる。

ジャー側面に発光素子と受光素子を設けてジャーテスト中の透過光量を測定すると、急速攪伴工程ではマイクロフロックの生成を、緩速攪伴工程ではフロックの成長を観察できるとともに、沈澱工程ではフロック群の平均沈降速度および上澄水の濁度を把握できることを見いだした。

この原理を利用して、全自動ジャーテストを開発した。自動化にあたっては、(1)容器形状や操作条件を市販の手動ジャーテストと同一とする、(2)試料採取から容器洗浄まで完全自動化する、(3)最適薬品注入率を連続出力すること等に留意した。

カオリン懸濁液を用いて手動ジャーテストと全自動ジャーテストの測定結果を比較した。両者の相関性は良好で、測定結果のばらつきは全自動ジャーテストのほうが小さかった。河川水を用いて連続測定を行った。ジャーテストによる連続測定は、水質変動に伴う最適薬品注入率やフロック性状の変化を把握し、凝集沈澱操作に有益な情報を与えることを確認した。

キーワード

ジャーテスト、凝集沈澱、全自動、最適薬品注入率、連続測定

1. ジャーテストの重要性と自動化の意義

ジャーテストは、凝集沈澱実験を行なって処理水性状に及ぼす凝集剤の種類や注入率の影響、あるいは攪伴強度の影響等を求める実用的な方法であり、凝集沈澱操作の研究ではきわめて広く用いられている。またジャーテストの操作条件を工夫すると実際のプラントの運転状況を推定することも可能であり¹⁾、ジャーテストは凝集沈澱操作を適正に維持するための有益な情報を与える。しかし手間がかかる、あるいは実験者の主観が入りやすい等の問題点もある。

ジャーテストが自動化されると客観的なデータの蓄積が可能となる。その結果、ジャーテストデータを最適薬品注入率の決定のみならずプラントの機能診断等にも利用できるようになり、これまで以上の適切な水質管理が可能になると考えられる。

2. 凝集沈澱現象の自動計測方法に関する検討

手動ジャーテストでの測定項目はマイクロフロクの生成速度、フロクの成長速度および沈降性、上澄水濁度等であり、目視観察が重要である。したがって凝集沈澱現象を自動計測するには、光学的な測定が便利である。

ジャー側面に透過光量測定用の投光部と受光部を設け、透過光量の変化を連続的に計測するとフロクの生成現象を把握できる²⁾が、この方法はフロクの沈降現象も合わせて追跡できることを見いだした。その一例をFig. 1に示す。凝集剤を添加して急速攪拌を行うと、マイクロフロクの生成につれて透過光量が次第に増大した。緩速攪拌によりフロクが成長してゆくと、透過光量およびその変動幅(振幅)が増大した。攪拌を停止し沈澱工程に入るとフロクが合一し、透過光量は急激に低下した。その後フロクが沈降するにつれて透過光量が増大し、上澄水の濁度に応じた透過光量となった。

本計測方法はジャーテストの自動化に利用できるものと考えられる。

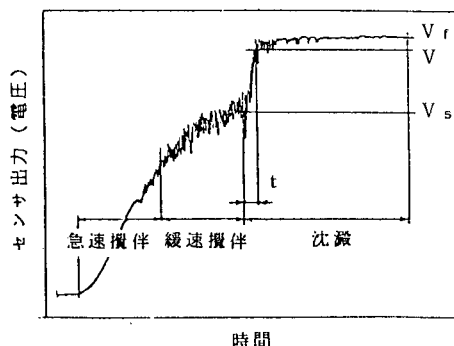


Fig. 1 ジャーテスト中の透過光出力の変化

3. ジャーテストの自動化方法に関する検討

3.1 自動化の考え方

以下の4項目を考え方の基本とした。(1)手動ジャーテストで得られている知見を生かすために、容器形状や操作条件および測定項目を市販の手動ジャーテストと同一とする。(2)試料の採取、凝集沈澱実験、各種計測および容器洗浄等を完全自動化する。(3)実験はバッチ方式とするが、最適薬品注入率は原水性状に応じて変わる連続出力とし、実際の薬品注入制御に利用しやすくする。(4)各ジャーの薬品注入率を決めるソフトウェアを工夫して、原水性状が変化した場合でも一回の実験で最適薬品注入率が得られるようにする。

3.2 全自動ジャーテストの概要

(1) 装置の構成

計測項目は、上澄水の濁度およびフロク群の平均沈降速度とした。装置構成をFig. 2に示す。ジャーは4連とした。ジャー容量は500mlで60mm×20mmの平形攪拌羽根を1枚設置した。上澄水濁度の測定は別置濁度計に試料を採取する方式とし、濁度計の校正を容易にした。また濁度計の汚染対策として超音波洗浄機構を設けたほか、自動ゼロ補正機能も付与した。フロク群の平均沈降速度は、各ジャーに設けた透過光センサによって測定した。

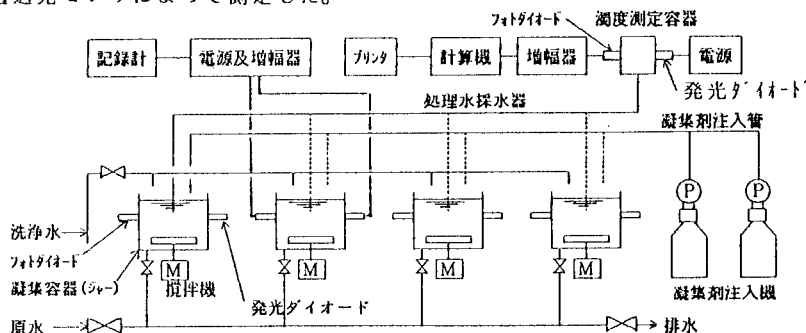


Fig. 2 全自動ジャーテストの構成

(2) ソフトウェアの構成

コンピュータに入力する原水性状は、濁度、温度、pH、前塩素注入率およびアルカリ度とした。

条件の決定方法 攪伴条件は実プラントの攪伴強度を参照して設定した。最適薬品注入率と原水濁度の関係(後述)から薬品注入率の中央値を求めることにより、各ジャーの薬品注入率を決定した。

開始時期の決定方法 入力情報に急激な変化がない場合にはあらかじめ設定した時間間隔で測定し、急激な変化が認められた場合には直ちに測定した。

最適薬品注入率と平均沈降速度の測定方法 最適薬品注入率(P*)を所定の上澄水濁度を得る最少の薬品注入率と定義し、各ジャーの薬品注入率(P)と上澄水濁度(T)を(1)式に代入して係数aおよびbを求め、P*を算出した。

$$\log T = a + b \log P \quad \text{--- (1)}$$

なお上記関係がモデル濁水および実原水で成り立つことを確認した。河川水での結果をFig. 3に示す。平均沈降速度(v)は、ジャー側面(水面下50mm)に設けた透過光センサの出力(V)が所定の値(0.8*(V_r - V_s))となる時間t (Fig. 1参照)を求め、(2)式により算出した。

$$v = 5.0 / t \quad (\text{mm/min}) \quad \text{--- (2)}$$

測定結果の整理方法 原水濁度と最適薬品注入率との関係を、濁度上昇時と下降時に分けてプロットし、原水濁度と最適薬品注入率との関係式を求める。得られた実験データを逐次プロットし、上記関係式を更新する。なお、原水濁度を所定の範囲(区分)に分割し、各区分毎にプロットする数を制限して上記関係式を作成したため、新規データによる影響が速やかに現れる。したがって不適当な薬品注入率の選定によるジャーテストの失敗を防止できる。

また上記関係は、降雨時、渇水時あるいは季節等によって著しく異なると思われるので、あらかじめ複数のファイルを用意し、実状にあった関係式を随時利用できるようにした。

最適薬品注入率の出力方法 前項で求めた原水濁度と最適薬品注入率との関係式を用いて、入力された原水濁度に応じた最適薬品注入率をリアルタイムで出力する。

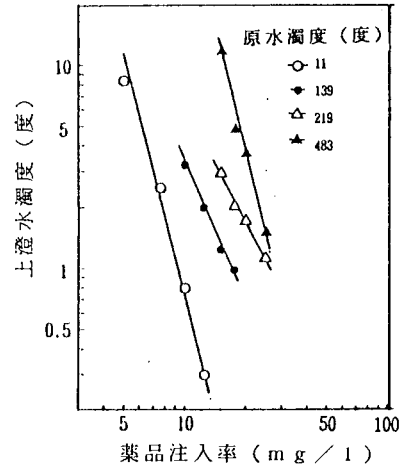


Fig. 3 薬品注入率と上澄水濁度

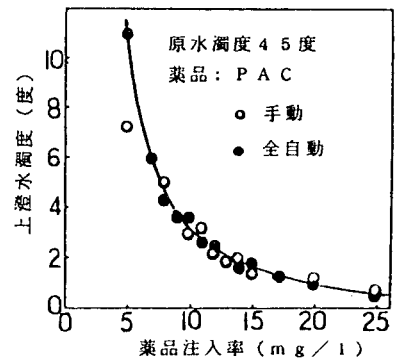


Fig. 4 手動ジャーテストと全自動ジャーテストの比較

4. 全自動ジャーテストの出力特性

4.1 測定精度

カオリン懸濁液を用いて、手動ジャーテストとの比較実験を行った結果をFig. 4に示す。両者の相関性は良好であった。繰り返し実験の変動係数は1.4~4.0%であり、測定結果のばらつきは小さかった。

4.2 河川水の連続測定³⁾

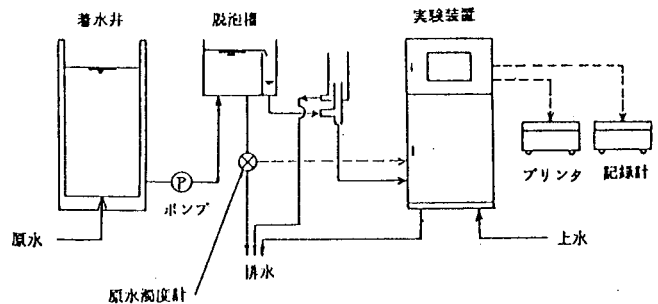


Fig. 5 連続測定実験フロー

Fig. 5 に実験フローを示す。Fig. 6 に原水濁度と最適薬品注入率の経時変化を示す。濁度変化により最適薬品注入率が変化することがわかる。Fig. 7 に原水濁度と最適薬品注入率との関係を示す。Fig. 中の矢印は時間変化を示す。濁度の上昇時と下降時では、同一濁度であっても最適薬品注入率が異なり、下降時の方がより高い薬品注入率となった。Fig. 8 に薬品注入率/原水濁度とフロック群の平均沈降速度との関係を示す。薬品注入率が增大するにつれて沈降速度が増大した。また原水濁度の上昇時と下降時では、同一濁度であっても沈降速度が異なり、下降時の方が常に小さかった。

以上の結果は、これまでの経験とよく一致している。また原水濁度と最適薬品注入率との関係が、原水濁度の変動のたびに異なることは、降雨等によって引き起こされる原水性状の変化が複雑であり、濁度等の水質項目のみではその変化を把握できないことを示唆している。従って、適切な水質管理を行うためには、ジャーテストを常時行うことが重要であると言える。

5. まとめ

ジャーテストを自動化するための検討を行い、全自動ジャーテストを試作した。実際の水道原水を用いて連続測定実験を行い、ジャーテストによる連続測定が水質変動に伴う最適薬品注入率の変化を的確に把握できることを確認した。

全自動ジャーテストによる連続測定は、凝集沈澱操作に有益な情報を提供すると言える。

今後は全自動ジャーテストの出力を実装置の薬品注入制御に利用し、その効果を確認する予定である。

6. 引用文献

- 1) 谷泰延, 名谷佐和子, 林富治(1989). ジャーテストによる沈澱処理水濁度予測. 第40回全国水道研究発表会要旨集, 117-119.
- 2) 中村文雄(1974). 凝集剤注入量の決定方式に関する研究. 水道協会雑誌, No. 482, 2-15.
- 3) 山本信二, 鈴木潔, 五十嵐千秋(1989). 河川水を用いた自動ジャーテストの連続測定. 第40回全国水道研究発表会要旨集, 111-113.

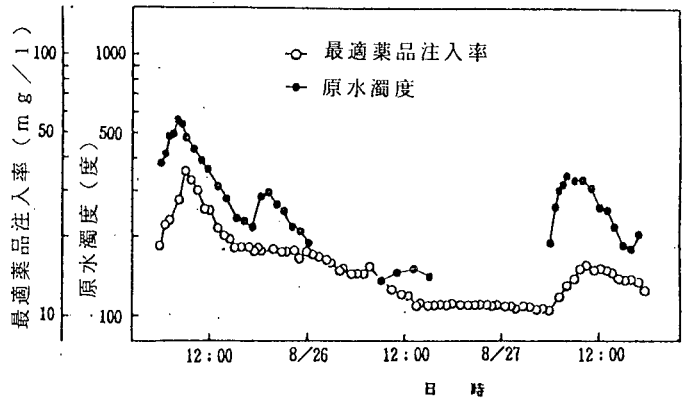


Fig. 6 原水濁度と最適薬品注入率の経時変化

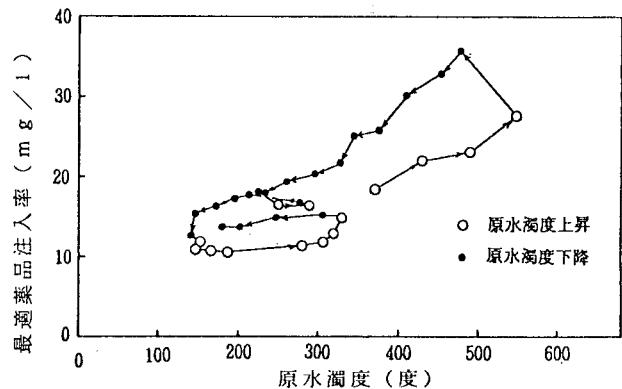


Fig. 7 原水濁度と最適薬品注入率

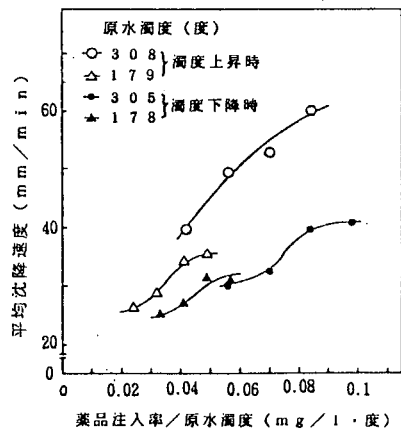


Fig. 8 薬品注入率/原水濁度と平均沈降速度