

## 微粒子計を用いたジャーテストの定量評価に関する研究

福井大学 正会員 ○渡邊 洋  
津山市水道局 角南 孝典  
積水アクアシステム 木曾 忠幸

## 1. 目的

厚生労働省は、「水道におけるクリプトスポリジウム等対策指針」<sup>1)</sup>の中で、急速ろ過施設の予防対策として、原水が低濁度であっても、必ず凝集剤を用いて、クリプトスポリジウム(以下、クリプトと呼称)等を含めコロイド・懸濁物質の十分な除去処理を行うこと。また、凝集剤の注入率は、処理する原水を用いたジャーテストにより決定すること、を明記している。一般的にジャーテストは、フロックの生成状況や上澄み液の清澄性から、その凝集性および沈降性の良否を目視判断する。しかしながら、目視観測では見える懸濁物質の評価はできるが、人の目に見えない微小粒子の識別は困難である。特に、低濁度原水に対する薬品注入量の決定には、難しい判断が迫られる。

そこで、本論文ではジャーテストで生成したフロックの生成状況および沈降状況を、微粒子計で粒子径毎に定量化し、薬品注入量に係る最適解の算定を実験的に試みたので、ここに報告する。

## 2. 実験装置と分析方法

図-1 に実験装置の概要を示す。本装置は、6 連式ジャーテスター、微粒子計、ビーカーおよびデータ収集用 PC により構成される。同図より、ビーカー内の流体は採水口を経て、フィルター F およびポンプ P を介して、一定流量(100mL/min)で微粒子計を通過する。その後、流量計を通過した流体は三方弁 V により、試験状況に応じて、ビーカー上部への返水口、もしくは外部排水口に送水される。なお、微粒子計の計測データは、粒子径毎(3~5 $\mu$ m, 5~10 $\mu$ m, 10 $\mu$ m 以上)の単位流量当たりの粒子数(個数/[100mL/min])で、これらは 10 秒毎にパソコンに記録される。

図-2 に、試験中の単位流量当たりの粒子数(以下、粒子数と呼称)の経時変化と計測方式の概要を示す。同図より、上段グラフの横軸は経過時間を、縦軸は粒子数を表す。ここで、試験開始を  $t_0$  とし、急速攪拌(100rpm を 3 分間)終了時を  $t_A$ 、緩速攪拌(50rpm を 3 分間)終了時を  $t_B$ 、静置終了時(9 分間)を  $t_C$  とする。なお、同図下段で示すように、急速攪拌時および緩速攪拌時には、ビーカーの底部から採水し、粒子数計測後にビーカー上部に返水する循環式計測を行う。一方、静置時にはビーカーの底部から採水し、微粒子計測後に排水する排水式計測を採用し、ビーカー内に形成されたフロックの鉛直分布特性を粒子径毎に把握する。

図-3 に、沈降性の判定フローを示す。同図より、粒子の沈降性の良否は 4 つの項目で判定する。

1. 静置時の大粒径粒子数の時間的変化率  $(P_C - P_B) / (t_C - t_B)$  が小さい程沈降性は良い。
2. 静置時の小粒径粒子数の時間的変化率  $(P_C - P_B) / (t_C - t_B)$  が小さい程沈降性は良い。
3. 静置時のビーカー内に存在する浮遊性の高い小粒径粒子数の生成量(平均値  $1/n \sum_{k=B}^C P_K$ ) が少ない程良い。

4. 急速攪拌中の大粒径粒子数の時間的変化率  $(P_A - P_1) / (t_A - t_1)$  が小さく、負値の場合、一度生成されたフロックが破壊された恐れがある。

## 3. 実験結果

実験は、津山市草加部浄水場で採水した濁度 1.8 度、

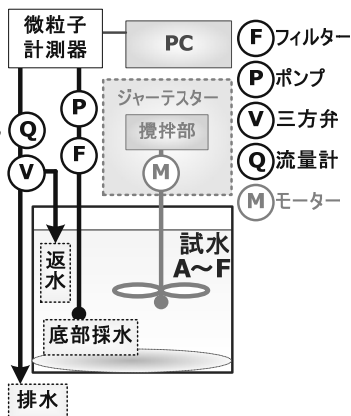


図-1 装置概要

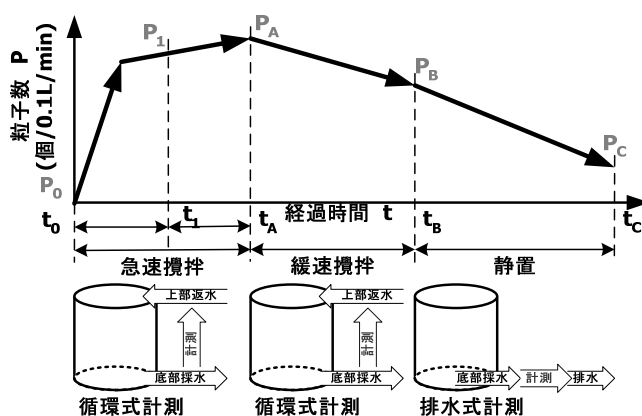


図-2 ジャーテスト中の粒子数の経時変化と採水方式

キーワード 急速ろ過, 凝集剤, 微粒子計, ジャーテスト, フロック

連絡先

〒910-8507 福井市文京 3-9-1 福井大学工学部建築建設工学科 TEL 0776-27-8595

アルカリ度 15 度, pH7.1, 電気伝導度  $68 \mu\text{S}/\text{cm}$ , 水温  $5^\circ\text{C}$  の原水を用いて, ソーダ灰  $1.5\text{mg}/\text{L}$  を添加した後, PAC 添加量を 20, 25, 30, 35, 40 および  $45\text{mg}/\text{L}$  に変化させ, 本実験装置を用いて, 試水 6 種類のジャーテストを同時に実施した.

図-4 により  $10 \mu\text{m}$  以上の大粒径粒子数の経時変化を示す. 同図より, 静置時の粒子生成数は,  $300 \sim 1000$  (個/ $0.1\text{L}/\text{分}$ ) の範囲にあり, PAC40 で大きく, PAC20 で極めて小さい. また, PAC25 の時間的減少率は, 静置前後で最も大きい.

図-5 に  $3\sim5 \mu\text{m}$  の小粒径粒子数の経時変化を示す. 同図より, 当該粒子径の粒子数は, いずれのケースでも実験開始直後に急増し, 1 分経過以降は緩やかな変化となる. これは, 微粒子計の計測感度遅れおよび薬注反応による粒子数増加に起因する. また, 静置時の粒子生成数は,  $2900 \sim 4100$  (個/ $0.1\text{L}/\text{分}$ ) の範囲にある. さらに, 静置開始後の経時変化は PAC20 を除いて, いずれも増加しており, ビーカー内の小粒径粒子数は, 上部で多く, 底部で少なくなる様な鉛直分布を呈する.

図-6 に前述の判定フローによる判定①, ②および④における結果を示す. まず, 判定①静置時の大粒径粒子の変化(□)に注目すると, 何れの結果も  $-30 \sim -10$  (個/ $0.1\text{L}/\text{分}$ ) の範囲にあり, PAC25 で値は小さい. また, 判定②静置時の小粒径粒子の変化(○)は PAC20 を除いて, いずれも正值となり PAC40 で大きい. さらに, 判定④急速攪拌中の大粒径粒子数の変化(△)は, 何れの結果も負値となり, 一度生成されたフロックが破壊された恐れがあり, 生成粒子の脆弱性に注意を要する.

図-7 に判定③静置時における小粒径粒子数の平均生成量の結果を示す. 同図より, 小粒径粒子の生成量は  $3000 \sim 4500$  (個/ $0.1\text{L}/\text{分}$ ) の範囲にあり, PAC20 を除いては, 何れの結果も  $3500$  (個/ $0.1\text{L}/\text{分}$ ) より大きく, 大差は見受けられない.

以上より, 本試験では, 概ね PAC 注入量  $25 \sim 30\text{mg}/\text{L}$  で, その優位性が示唆された. なお, 試験者による目視観測では, 試水 6 種類のフロックの生成および沈降状況について, フロックの視認が極めて困難であり, 良否の判断は出来なかった.

#### 4. おわりに

微粒子計を用いて, ジャーテストで生成したフロックの生成および沈降状況の定量化を行った. また, 生成したフロックの沈降性を 4 つの判定項目を提案し, その適用を試みた.

今後は, さらなるデータ収集に努めると共に, 低濁度原水のみならず, 降雨時に遭遇する高濁度原水への適用も視野に入れ, 新たな試験装置の研究開発を推し進めて行きたい.

#### 参考文献

- 1) 厚生労働省: 水道水中のクリプトスポリジウム等対策の実施について【健水発第 0330005 号通知】, 2007.

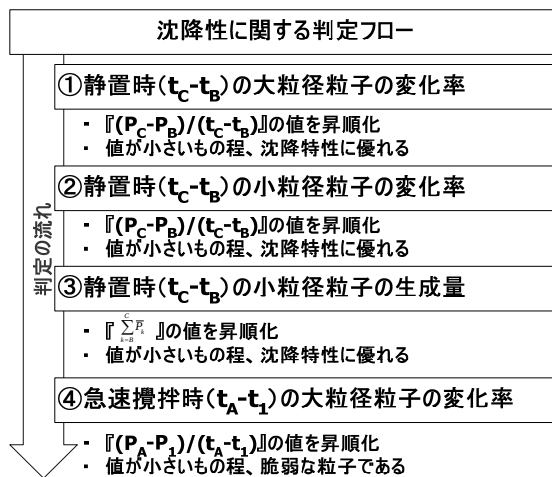


図-3 ジャーテストにおける沈降性判定のフロー

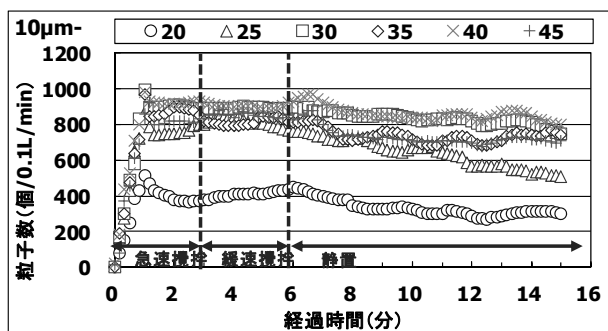


図-4  $10 \mu\text{m}$  以上の粒径粒子数の経時変化

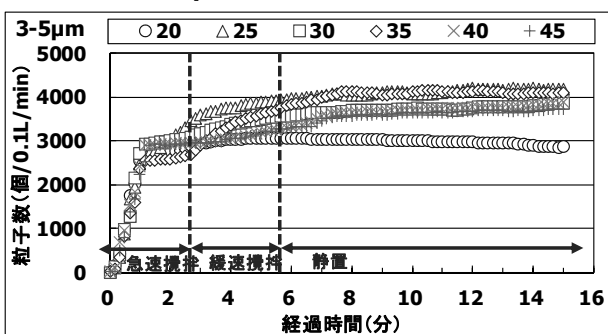


図-5  $3\sim5 \mu\text{m}$  の粒径粒子数の経時変化

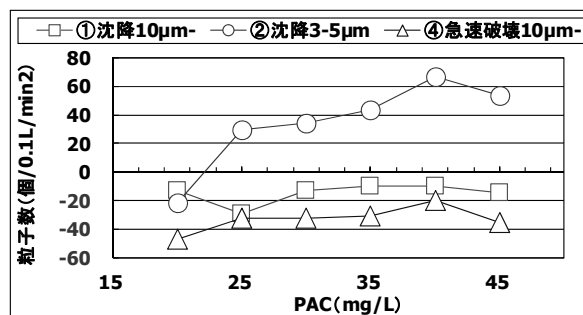


図-6 判定①, ②および④による粒子数変化の比較結果

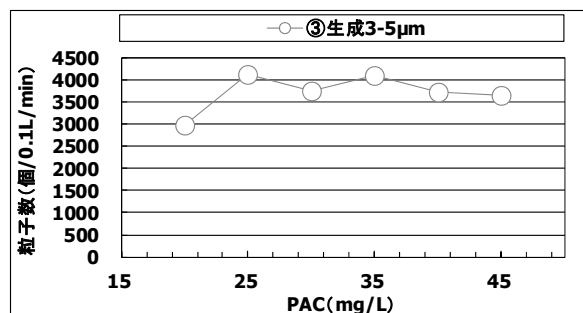


図-7 判定③による小粒径粒子数の生成数の比較