

## VII-176

## 透過光強度変化に基づく Al, Fe 系無機凝集剤の凝集性の比較検討

山梨大学大学院 学生員 竹内章記

山梨大学工学部 正会員 中村文雄

山梨大学工学部

西田継

## 1. はじめに

現在、日本の上水道事業及び水道用水供給事業において、凝集剤として主にポリ塩化アルミニウム（PAC）や硫酸アルミニウム（硫酸バンド）が使用されている。しかし、凝集剤として Al 塩を用いる場合、健康影響を始め、有効 pH 域が狭い、フロックが軽いといった問題がある<sup>1) 2)</sup>。そこで、本研究では凝集剤として Al 塩と Fe 塩を用いて、透過光強度の変化に基づいて各凝集剤の凝集性とフロックの沈降性及びフロック強度の比較検討を行った。

## 2. 実験材料・装置及び方法

## 2-1 実験材料及び装置

実験用試水として、カオリン:50mg/L,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ :30mg/L となるように調整した懸濁液を用い、凝集剤として、 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{FeCl}_3$ , PSI（鉄-シリカ無機高分子凝集剤）を用い、図1の装置を用いて凝集、フロックの沈降及び破壊過程での透過光強度変化の測定を行った。この装置の原理は、透過光強度測定装置の一方端の光源ランプから出た光をレンズで平行線に変えた後、凝集反応槽の下部を通過させ、透過してきた光を光電池で受け電圧変換し、これを記録計に導き記録させることにより、凝集反応槽内の連続的な透過光強度変動を測定出来るようになっている。また、温度制御装置は、ウォーターバスに水を満たし水温を 20℃に保ちポンプを用いて凝集反応槽内に循環させ、試料水温を一定に保った。

## 2-2 透過光強度測定方法

図2に記録計から得られた測定チャートの例を示す。記録された透過光強度(%)を L 値とし、各測定時間での L 値の最大値を  $L_1$ 、最小値を  $L_2$  とし、その振幅を D 値とし、本研究室で過去に得られた以下の式<sup>3)</sup>によりフロック半径(cm) (r 値) 及びフロック数(個/500ml) (N 値) を算出した。また純水のみでの透過光強度 ( $L_0$ ) を 100%とした。

$$L \text{ 値} = (L_1 + L_2) / 2 \dots\dots\dots ①$$

$$D \text{ 値} = L_1 - L_2 \dots\dots\dots ②$$

$$r \text{ 値} = 6.06 \times 10^{-2} \{ \ln(L_1 / L_2)^{0.867} \} / \{ \ln(L_0 / L)^{0.595} \} \dots\dots ③$$

$$N \text{ 値} = \{ \ln(L_1 / L_2) \}^{1.46} / (5.76 \times r^{3.68}) \dots\dots\dots ④$$

## 2-3 実験方法

凝集剤注入時点を 0 分として、60rpm で 30 分間攪拌して凝集性(r 値, N 値)の比較をし、攪拌を停止し

キーワード 凝集, 鉄塩, アルミニウム塩, 沈降性, フロック強度

〒400-8511 甲府市武田 4-3-11 TEL 055-220-8593 FAX 055-220-8770

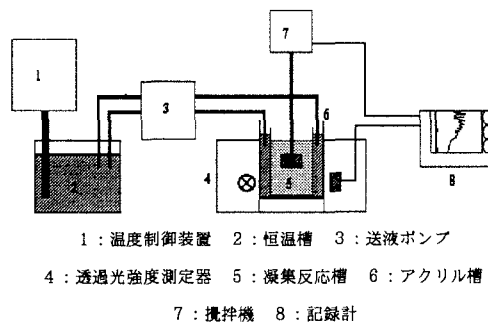


図1 実験装置概略図

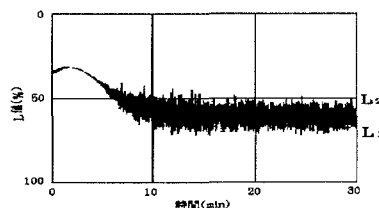


図2 L 値測定チャート例

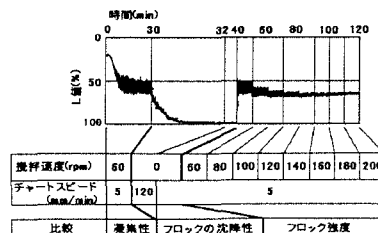


図3 実験条件

て沈降性の比較を行い、その後再び攪拌を始め、60～200rpm まで攪拌速度を上げてフロックを破壊することによる  $r$  値、 $N$  値の変化に基づくフロック強度の比較を行った。以上の操作手順を図3に示した。なお、用いた凝集剤濃度は  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ :12mg/L,  $\text{FeCl}_3$ :16mg/L, PSI: 6mg-Fe/L とした。

### 3 実験結果

#### 3-1 凝集性の比較

図4, 図5に各凝集剤での  $r$  値,  $N$  値の経時変化を示す。図4, 図5より,  $r$  値では  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 < \text{FeCl}_3 < \text{PSI}$  となり,  $N$  値では  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 > \text{FeCl}_3 > \text{PSI}$  となり, PSI で最も良好な凝集を起こすことが認められた。

#### 3-2 フロックの沈降性の比較

図6に攪拌を停止した直後の  $L$  値の変化を示す。この  $L$  値の変化によりフロックの沈降性の比較を行った。図6からフロックの沈降性は  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 < \text{FeCl}_3 < \text{PSI}$  となることが認められ,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  でのフロックが軽いことが確認できた。また、沈降開始から10秒間での  $L$  値の変化を%/sで表すと,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  では0.3%/s,  $\text{FeCl}_3$  では2.0%/s, PSI では3.1%/sとなった。

#### 3-3 フロック強度の比較

攪拌速度の上昇によりフロックが破壊された時のフロック半径の減少, フロック数の増加を基にフロック強度の比較を行った。図7, 図8に,  $r/r_0, N/N_0$  を縦軸に取り, 横軸を攪拌速度であらわしたグラフを示す。ここで,  $r_0, N_0$  は各凝集剤での60rpmでの  $r$  値,  $N$  値である。図7, 図8より,  $r/r_0$  では  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 < \text{FeCl}_3 < \text{PSI}$ ,  $N/N_0$  では  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 > \text{FeCl}_3 > \text{PSI}$  となり, PSI でのフロックが最も破壊されにくく,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  でのフロックが破壊されやすいことが認められた。

### 4. まとめ

- ①凝集性は PSI が最も良く、次いで  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  となった。  
( $r$  値;  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 < \text{FeCl}_3 < \text{PSI}$ ,  $N$  値 ;  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 > \text{FeCl}_3 > \text{PSI}$ )
- ②フロックの沈降性では PSI が最も良く、次いで  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  となった。ここでは Fe 塩と Al 塩とはっきりと差があらわれた。  
( $L$  値;  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ :0.3%/s <  $\text{FeCl}_3$ :2.0%/s < PSI:3.1%/s)
- ③フロック強度でも PSI が最も強く、次いで  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  となり,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  でのフロックが破壊されやすいことが認められた。  
( $r/r_0$ ;  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 < \text{FeCl}_3 < \text{PSI}$ ,  $N/N_0$ ;  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 > \text{FeCl}_3 > \text{PSI}$ )

### 参考文献

- 1) 富田伴一ら：「凝集剤注入による浄水アルミニウム濃度への影響調査」水処理技術 Vol.36 No.4 (1995) PP173-179
- 2) 渡辺実：「凝集剤」工業材料 Vol.45 No.7 (1997) PP43-49
- 3) 中村文雄ら：「透過光強度に基づく懸濁液中粒子の径及び数の解析」工業用水 第381号 (1990) PP2-10

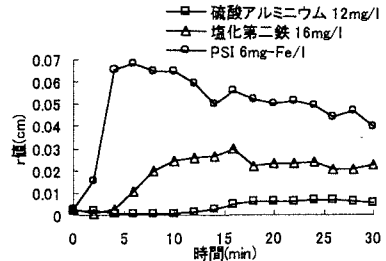


図4 各凝集剤における  $r$  値の経時変化

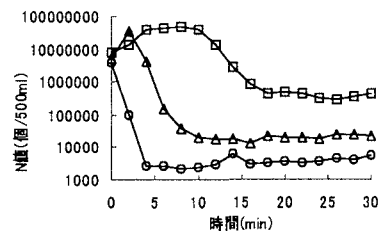


図5 各凝集剤における  $N$  値の経時変化

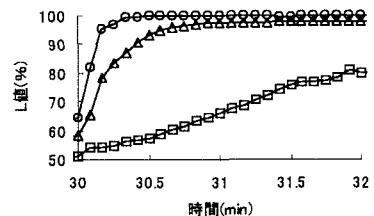


図6 各凝集剤の  $L$  値の経時変化からみたフロックの沈降性の比較

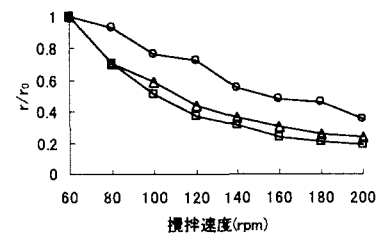


図7 攪拌速度の変化による  $r$  値の変化

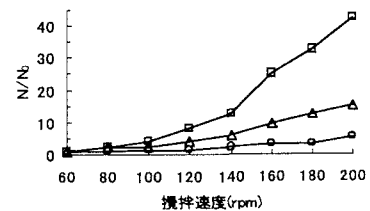


図8 攪拌速度の増加による  $N$  値の変化