

広島市 正員 藤井 正春  
 東北大学 正員 佐藤 敦久  
 東北大学 学生員 鈴木 裕之

1. はじめに 最近、急速ろ過のろ過初期における付着過程の機構をヘテロ凝集理論を導入して説明しようという試みがなされた。<sup>1)</sup>そこで本報告は、まず、ろ材径、ろ層厚、懸濁粒子径、ろ速などの物理的因素を一定にし、ろ材と懸濁粒子の凝集作用に影響を及ぼす電気化学的因素である原水のpH値、ろ材と懸濁粒子の $\zeta$ -電位、イオン濃度を測定しそれらとろ過効率の関係を実験的に検討する一方、ヘテロ凝集理論による理論的考察を加えたものである。

### 2. 実験装置、条件、及び方法

ろ過実験装置の概要を図-1に示す。100rpmで急速攪拌したものを未ろ水としてろ過筒に導いた。ろ過筒は径5cmの丸筒で、ろ材の流動電位は寒天橋<sup>2)</sup>(Ag-AgCl電極)を使用して測定した。また、ろ過条件の概要を表-1に示す。ろ材及び懸濁粒子は市販のかラスピーズ、カラス微粉でありこれらは球形度が良いという特徴を持つ。測定項目は、S-S、濁度損失水頭、pH、ろ材と懸濁粒子の $\zeta$ -電位、水温、イオン濃度であり、懸濁粒子の $\zeta$ -電位は頭微鏡電気泳動法により求めた。イオ

ン濃度は、塩素イオン、硫酸イオン、カリウムイオンを実験から求め、硫酸バンド注入によるアルミニウム化学種のイオンは系内ごと、 $Al^{3+}$ ,  $Al(OH)^{2+}$ ,  $Al_2(OH)_4^{4+}$ ,  $Al(OH)_5^-$ のイオンが平衡を保つとして理論的に求めた。

### 3. 実験結果及び考察

図-2, 図-3に硫酸バンド(5ppm)及びPAC(Alとして0.79ppm)の場合のpHによる $\zeta$ -電位の変化を示す。まず、図-2より、ろ材と懸濁粒子の $\zeta$ -電位のpHによる変化特性は類似の山型の傾向を示し、双方の $\zeta$ -電位の絶対値が小さくなるpH領域もほぼ同一である。また、図-3から、PACの場合も硫酸バンドと同様に山型の変化傾向を示すが、図-2の図形をそのまま押し上げたように正符号を維持するpH領域が広くかつ絶対値が大きくなっている。これはPACが直接ポリマーとして加えられているため正荷電のポリマーイオンが有効に作用するためと考えられる。次に、図-4, 図-5に硫酸バンド及びPACの場合のpHによる除去率の変化を各々示した。ここで除去率は、{(未ろ水の濁度-ろ水の濁度)/未ろ水の濁度}×100%である。図-4においてpH4.5とpH7.0附近に除去率の高い領域が生ずるが、これは図-2における $\zeta$ -電位の絶対値が小さくなるpH領域とほぼ一致する。このことは、ろ材と懸濁粒子の $\zeta$ -電位の絶対値が小さくなるほど凝集の妨げとなるエネルギー壁が小さくなり懸濁粒子はろ材と凝集しやすくな

	材質	ガラス
ろ材	径	重量メデア径約6.6cm
	密度	2.50 g/cm <sup>3</sup>
懸濁	材質	ガラス
	径	重量メデア径約6.6cm
粒子	密度	2.45 g/cm <sup>3</sup>
	濃度	150~250 mg/L
注入	分散媒	蒸留水(2~3%)
薬品	凝集剤	$Al_2(SO_4)_3$ 5 ppm
	pH調整用	IN-KOH, IN-HCl
ろ過	ろ過時間	120 m/day
	ろ層厚	20分
ろ過時間	ろ層厚	5.9 cm
ろ層率	ろ層率	38.90%
水温	水温	13~20 °C

表-1 ろ過条件

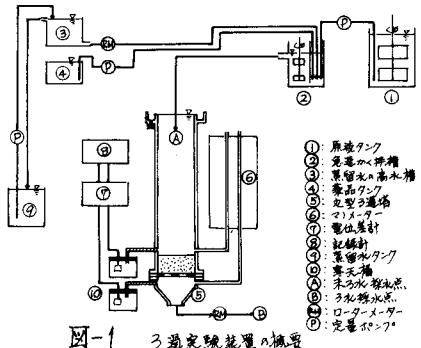


図-1 3通実験装置の概要

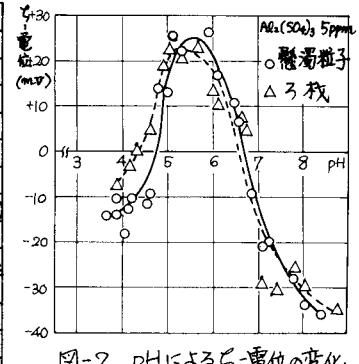


図-2 pHによる $\zeta$ -電位の変化

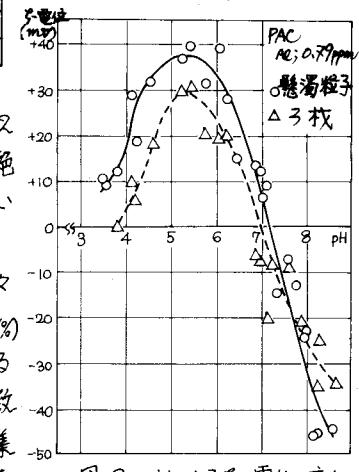


図-3 pHによる $\zeta$ -電位の変化

ることを裏付けるものと思われる。また、pH 4.5 付近よりも pH 7.0 付近の方が除去率が高いのは pH 7.0 付近で生成される水酸化アルミニウムが懸濁粒子の捕捉に効果的に働くためと考えられる。PAC の場合の除去率の変化特性は、硫酸バンドより除去率が良く pH による影響も小さいことを予想したが、図中に示すように硫酸バンドと同様に pH ひいては電位に大きく影響を受けることが明らかになった。なお、硫酸バンド 15 ppm 注入した場合の除去率と pH の関係を比較してみると(図省略)、pH 7.0 付近のいわゆる除去率の高い pH 領域がかなり広くなるということが明らかになった。従って、水酸化アルミニウムの存在とその量は懸濁粒子の除去に大きく影響を与えるということが認められた。

さて、佐藤・今野<sup>1)</sup>によると、ある厚さのろ層を通過後の懸濁粒子の濃度は原水濃度を 100 とするとき式で表わされる。

$$C_{\text{on}} = \alpha_0 (1 - \alpha)^n + (100 - \alpha_0)$$

$C_{\text{on}}$  ; 単位子ろ層数を通過後の懸濁粒子の濃度

$\alpha_0$  ; 凝集条件<sup>2)</sup>を満足している粒子の存在割合(%)

$\alpha$  ; 粒子と懸濁粒子の接触効率(最大 1, -)

$n$  ; 粒子に接触した粒子のうち付着する割合(最大 1, -)

$n$  ; 单位子ろ層数(ろ材径に相当可逆厚さのろ層の重み合せ数の意味, -)

この式において  $\alpha$  の量的把握は今のところ困難であるので、 $\alpha = 0.01$  と仮定して理論値を算出した例を図-4、図-5 中に示す。破線は式において、非凝集性粒子の存在率( $100 - \alpha_0$ )が機械的抑止作用も働かず全く除去されないとした場合で点線は非凝集性粒子のうち 20% が機械的抑止作用により取り除かれるとした場合の理論解を示す。この 20% は無藻注の実験から求めた値である。図から、pH 6 ~ 8 にかけて実験値と理論値の相違が顕著であるが、これは前述した水酸化アルミニウムによる影響と考えられる。その他の pH 領域では破線は定性的に実験値を追随していると思われる。図-6 はろ層厚を 18 cm と厚くし、凝集剤として硫酸バンド 5 ppm、他の条件は表-1 と同様にして薄いろ層の重複効果をチェックする目的で行なった実験結果を示したものである。図から明らかのように、凝集性粒子の場合(pH 4.9, 6.6)はろ層深さ方向に着実に懸濁粒子が捕捉されているのに対し、非凝集性粒子の場合(pH 5.4, 8.3)は除去率が低いことが確認できた。

4. おわりに 今後、水酸化アルミニウムの存在量による懸濁粒子の捕捉効果の違いについて定量的に検討して行きたい。

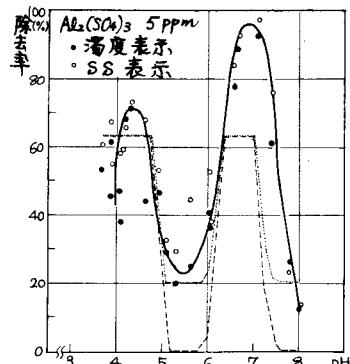


図-4 pH による除去率の変化

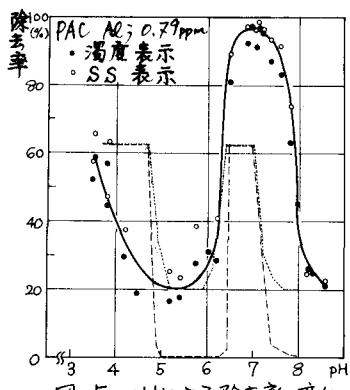


図-5 pH による除去率の変化

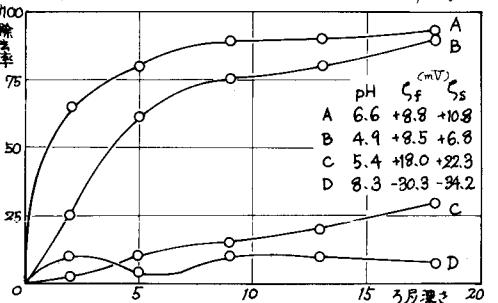


図-6 ろ層深さ方向の除去率の変化  
S<sub>f</sub>: ろ材代入深度  
S<sub>s</sub>: 懸濁物質濃度

参考文献 1) 佐藤・今野 ; ハテロ凝集理論による急速ろ過の機構に関する基礎的研究  
土木学会論文報告集(投稿中)

2) 尾崎・北尾・寺島 ; 界面動電位の測定とろ過に及ぼす影響

第14回衛生工学研究討論会講演論文集 1978.1