

PAC 被覆砂ろ過による濁質の高効率分離に関する基礎的研究

北見工業大学 フェロー 海老江 邦雄 学 生 員 ○李 宰昊
張 一憲 学 生 員 佐藤 秀哉

1. ま え が き

ろ過による濁質の分離効率は、濁質表面と砂または既抑留物表面との界面化学的相互作用に大きく依存する。それゆえ、ろ材表面を凝集剤で被覆調整すれば濁質の分離効率を高めうると考えられる。ここでは、ろ過初期における濁質流出の抑制技術を開発するために、PAC で下向流被覆したろ層のゼータ電位分布、ろ過水濁度、流出粒子の動きなどから、凝集剤被覆ろ過法の有効性について検討した。

2. ろ過装置と実験方法

図 1 は、実験に用いたろ過装置である。ろ過筒はろ過面積約 52cm²で、内部には有効径 0.61mm (均等係数 1.39、比重 2.60) の砂を深さ 60cm (空隙率 44.3%) に充填した。PAC による砂層の被覆は、北見工業大学水道水を加えて pH5.0 に調製したろ層空隙の 2 倍量の PAC 溶液を、ろ過開始前に流速 80m/day で下向きに通過(下向流被覆)させた。被覆後の砂ろ材表面のゼータ電位については、図 2 の装置で測定した流動電位の値を Helmholtz - Smoluchowski 式に代入して算出した。

ろ過実験については、同水道水にカオリン 1mg/l を注入した懸濁水を用い、ろ速 120m/day で 4 時間のろ過を行った。ろ過前後に採取した試料の濁度、微粒子の径と個数については、高感度濁度計で測定した。また、Al はオキシン法で定量した。

3. 実験結果および考察

1) 被覆に伴うろ層の Al 抑留量とゼータ電位

図 3 の Al 抑留量は、PAC 溶液の濃度が高い場合ほど多く、高い抑留率を示している。特にろ層上部 5cm 間に抑留された Al は、約 50% にも上っている。抑留された Al のうち、砂表面と化学的に結合して砂表面の荷電上昇に関わった Al と水酸化物フロックとして捕捉された Al とを区別することは難しいが、PAC 80mg/l 溶液で下向流被覆したろ層を約 1 分間膨張率 50% (流速約 120cm/min) で水逆洗した後、ろ層の Al を分析したところ、約 54% の Al が残留していた。また、ろ層のゼータ電位は、被覆前は -5mV 程度であったが、Al 抑留量の増加に比例して上昇すること、被覆 PAC 濃度 20mg/l 以上の場合、ろ層上部のゼータ電位は正となることが分かった。なお、ろ層上流側 20cm 間のデータを用いて、Al 抑留量 (ml-Al/100g 砂) とゼータ電位 (mV) との関係をも最小二乗法で算出したところ、 $y = 7.43x - 3.93$ (相関係数 $R^2 = 0.90$) の関係が得られた。

2) 被覆ろ過による濁質の除去傾向

図 4 の PAC 被覆をしていない場合の濁質除去率は、全体的に低く、ろ過の経過に伴って徐々に上昇している。これは、ろ材表面にカオリン粒子が捕捉されるに伴って、ろ材表面が徐々に粗くなり、粒子の物理的な作用による捕捉効果が高まったためと考えられる。それに対し、PAC で被覆した場合には、ろ過初期の濁質除去率は非常に高いが、ろ過が進行しろ材表面が電位の低いカオリン粒子で被覆されるにつれて、

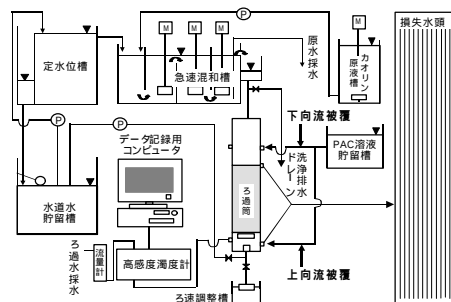


図 1 ろ過実験装置

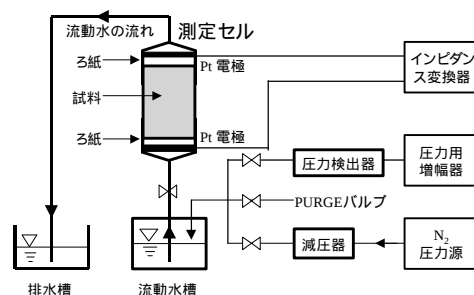


図 2 流動電位の測定装置

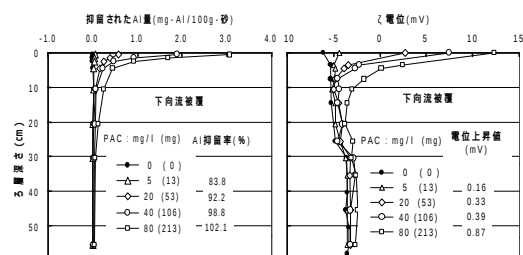


図 3 被覆後のろ層における Al とゼータ電位の分布

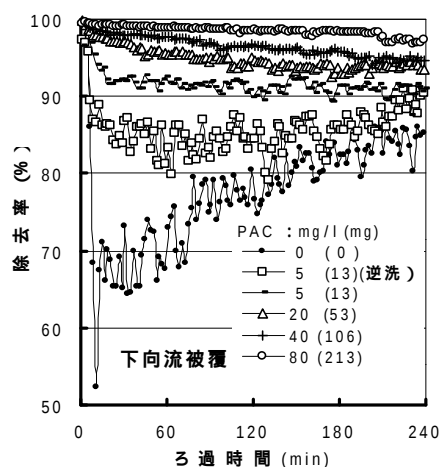


図 4 被覆ろ層における濁質除去率の経時変化

キーワード：PAC、ゼータ電位、下向流被覆法、凝集剤被覆ろ過法、微粒子分布

連絡先：〒090-8507 北見市公園町 165 番地 北見工業大学 TEL . 0157-26-9501、FAX . 23-9408

分離効率は低下し、次第に PAC 被覆をしていない場合の除去率に接近している。

表 1 は、PAC 被覆に伴う濁質除去率と流出濁質量の動きを示している。ろ過初期の 1 時間における平均除去率は、被覆をしない場合の 69.5% に対し、91.7% (PAC 濃度 5mg/l 時) から 99.0% (80mg/l 時) となっている。これをろ過水中に流出した濁質量で見ると、それぞれ 1/3.7、1/29.7 に減少したことになる。さらに、ろ過 4 時間の平均で見ると、PAC 濃度 5mg/l で被覆した時には 1/2.5、80mg/l で被覆したときは 1/13.9 に低下している。これらのことは、PAC 被覆ろ過は流出濁質の抑制に極めて有効であることを示唆している。

3) 被覆ろ過における流出濁質の径と個数

濁質粒子の除去率の経時変化を図 5 に示す。被覆時の PAC 濃度 20mg/l 以上の場合の除去率を見ると、7μm 以上の粒子についてはろ過開始から終始高い。これは、7μm 以上の粒子では表面荷電密度の影響よりも重力沈殿やふるい作用が効いたためと考えられる。それに対し、1.0~3.0μm および 3.0~7.0μm の粒子の除去率は、ろ過初期には 0.5~1.0μm の粒子と同程度であるが、ろ過が進行すると、これら粒子の除去率は逆転している。すなわち、砂表面の電位が直接濁質除去の卓越因子となるろ過初期には、PAC 被覆後の砂表面の荷電が正であるため、負に荷電している濁質粒子は、表面電荷密度が高いほど除去され易い。それに対し、ろ過が進行し、抑留濁質表面の電位が粒子除去に卓越するようになると、抑留表面およびその後抑留される濁質粒子の荷電はいずれも負であるため抑留されづらくなると考えられる。これは、1.0~3.0μm および 3.0~7.0μm の両粒子が 0.5~1.0μm の粒子よりも強く負に帯電しているためではないかと推測される。

表 2 はろ過 4 時間平均のろ過水中の濁質粒子の個数と除去率の動きをまとめたものである。PAC で被覆した場合には、PAC 濃度の上昇とともにいずれの径についても粒子数は著しく減少しているが、各粒子の個数分布を見ると、被覆時の PAC 濃度が上昇するにつれて、0.5~1.0μm の粒子割合は増加しているが、1.0 以上の粒子については、いずれにおいても、その粒子割合は次第に低下している。それゆえ、被覆してろ材表面電位を上昇させるほど、また、大きなサイズの粒子ほど、除去率が改善される結果が得られた。

4. ま と め

下向流被覆法によってろ材の表面電位を上昇させることにより、ろ過初期の濁質分離効率を著しく向上させることを明らかにした。今後は、被覆用 PAC の pH の影響、凝集性粒子を用いた場合の有効性などについて検討を行い、実用化への道を拓いて行きたいと考えている。

【文 献】

- 1) 海老江邦雄：急速ろ過ろ層における抑留濁質の挙動 () 水道協会雑誌、第 508 号、pp. 18-37、1977。
- 2) K. O. Canston and A. Amirtharajah：Improving the initial effluent quality of a dual-media filter by coagulants in backwash, Journal of AWWA, Vol.79, pp.50-63, 1987。

表 1 濁質除去率の (%) 動き

ろ過時間 (min)	被 覆 PAC 濃 度 及 び Al 量				
	0(mg/l) 0 (mg)	5	20	40	80
7~66	69.5	91.7	96.1	97.7	99.0
	—	(72.9)	(87.2)	(92.6)	(96.6)
	—	1/3.7*	1/7.8*	1/13.6*	1/29.7*
7~240	77.8	91.2	94.6	96.3	98.4
	—	(60.5)	(75.7)	(83.3)	(92.7)
	—	1/2.5*	1/4.1*	1/6.0*	1/13.9*

括弧内の数値は改善率 (%) * : 流出量

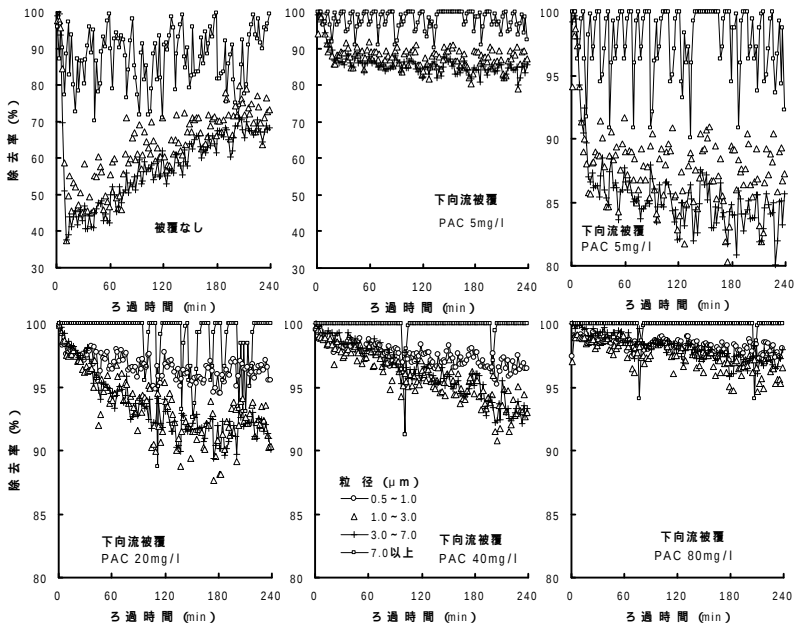


図 5 PAC による被覆と粒径別の除去率

表 2 4 時間平均の粒子除去率などの動き

被覆 PAC	粒 径 (μ m)			
	0.5 ~ 1.0	1.0 ~ 3.0	3.0 ~ 7.0	7.0 以上
0	153,039	13,253	1,762	17
	91.06	7.89	1.05	0.01
	95.2*	63.7*	58.0*	88.0*
5	-	7,550	1,152	6
	-	87.7*	85.7*	97.8*
20	58,641	4,758	549	2
	91.70	7.44	0.86	0.00
	96.6*	93.4*	93.3*	99.1*
40	40,367	2,665	323	5
	93.10	6.15	0.74	0.01
	97.4*	95.5*	95.9*	99.8*
80	27,149	1,591	153	0
	93.96	5.51	0.53	0.00
	98.2*	97.4*	98.1*	99.9*

上段：粒子数、下段：個数分布 (%) * : 除去率 (%)