

VII-174

活性炭層と砂ろ過池との組み合わせによる濁質の高効率処理

北見工業大学 フェロ - 海老江 邦雄 学生員○高田 善公
学生員 佐藤 秀哉 学生員 林田 武志

1. はじめに

水源水質の複雑な汚染などが引き金となって、従来より水質レベルの高い水道水が求められるようになった。K浄水場では、薬品沈殿池の直後に活性炭層を付加することによって、フミン質等の吸着処理を行っているが、活性炭層は有機物の吸着だけでなく濁質の除去にも大きな効果を発揮すると考えられる。

今回、上記浄水場の活性炭層と砂ろ過層における濁質の除去性について、および、濁質のより高効率処理につながる、PAC による砂層のゼータ電位の調整について検討した結果を以下に報告する。

2. 各層における濁質の除去傾向

表1は、K浄水場の運転概要である、河川表流水に凝集剤としてPACを注入し、凝集、ブロック形成、沈殿、活性炭吸着、急速砂ろ過によって処理を行っている。

1) 活性炭層の効果：図1は、高感度濁度計で測定した活性炭処理層の流入・流出濁度の経時変化である。表2に示すように、これらの平均濁度はそれぞれ0.698、0.170mg/l、平均除去率 75.6%であった。活性炭処理水については、運転開始直後に濁質の初期漏出（流出濁度：0.235 mg/l）、また、ろ過の経過に伴う、流入水濁度の変動に追従して処理水濁度の上昇が認められる。

表2の右側に、活性炭層における濁質の粒径ごとの除去傾向を示した。いずれの径についても、70%以上の除去率が得られた。しかし、クリプト原虫の径に相当する3~7 μ mの粒子は、いまだに沈殿水中に2065 個/ml、活性炭処理水中に523 個/mlも残っている。

2) 砂ろ過層の効果：図2は、砂ろ過池の流入・流出濁度の推移である。活性炭処理水、砂ろ過水の平均濁度は表3からそれぞれ0.162、0.013mg/l、除去率は92.0%であった。ろ過開始直後に0.058mg/lの初期漏出濁度が認められたが、約10 時間後には安定期に入っている。その後は、流入濁度の変動に伴って、ろ過水に小さな濁度ピークが出現している。さらに、ろ過70 時間付近から終期漏出期に入り、流入・流出水濁度の差が次第に接近している。

以上のことから、ろ過水濁度が極めて低い領域であるにもかかわらず、通常のろ過と同様に、初期・終期漏出の出現や、ろ過水濁度への流入濁度変動の影響など、興味深い

表1 K浄水場の運転概要

処理水量	約 40,000 t/d
沈殿池	滞留時間：約2時間、フィン付き傾斜板
活性炭層	ろ過速度：約75m/d、炭層厚：1.5m 有効径：1.2mm、均等係数：1.3、8池
砂ろ過層	ろ過速度：約100m/d、砂層厚：0.6m 有効径：0.6mm、均等係数：1.5、6池

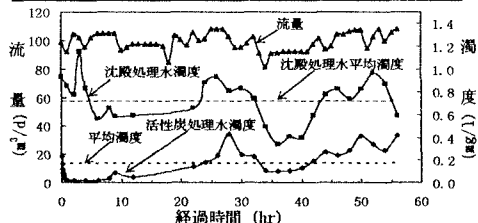


図1 活性炭処理層の流量・流入出濁度

表2 活性炭処理層の濁質粒子の除去傾向

		濁 度 (mg/l)	粒 子 数 (個/ml)		
			1 ~ 3 μm	3 ~ 7 μm	> 7 μm
沈 殿 処理水	平 均	0.698	23,368	2,065	1,346
	最大値	0.964	30,011	2,824	2,075
	最小値	0.338	13,075	1,158	543
活性炭 処理水	平 均	0.170	6,391	523	329
	最大値	0.427	15,800	1,251	1,022
	最小値	0.018	503	63	33
除 去 率 (%)		75.6	72.7	74.7	75.6

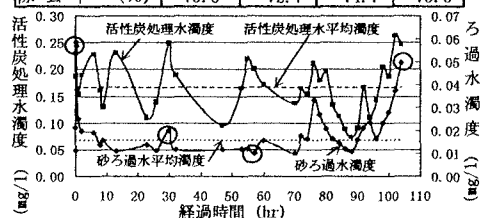


図2 砂ろ過層の流入出濁度

表3 砂ろ過層の濁質粒子の除去傾向

	濁度 (mg/l)	粒子数 (個/ml)			
		1 ~ 3 μm	3 ~ 7 μm	> 7 μm	
活性炭 処理水	平均	0.162	5,750	554	292
	最大値	0.263	8,794	1,024	630
	最小値	0.072	2,565	186	69
砂ろ過水	平均	0.013	623	48	12
	最大値	0.058	3,248	133	95
	最小値	0.010	348	5	0
除去率 (%)	92.0	89.2	91.3	95.9	

表4 砂ろ過水中の粒子存在割合

経過時間 (hr)	濁度 (mg/l)	粒子数 (個/l)			総数
		1~3 μ m	3~7 μ m	>7 μ m	
0.5 (初期漏出期)	0.057	2,335 (93.7)	84 (3.4)	74 (2.9)	2,493
57 (安定期)	0.010	938 (99.0)	9 (1.0)	0 (0.0)	947
30 (中間の漏出)	0.020	1,054 (91.9)	47 (4.1)	46 (4.0)	1,147
104 (終期漏出期)	0.050	2,243 (92.9)	86 (3.6)	85 (3.5)	2,414

キーワード：初期漏出、活性炭層、砂ろ過層、ゼータ電位、PAC、

ろ層の固液分離挙動が観察された。

表3の右側で、粒径ごとの除去傾向を見ると、径が大きな粒子ほど高い除去率となっている。砂ろ過水の平均濁度が0.013mg/lと暫定基準の0.1mg/lより大幅に低いにもかかわらず、7 μ m以上の粒子の平均流出数は12個/mlにも上っている。また、図2に○印をつけた代表的な4点における粒径分布を表4に示した。最も水質が良好なろ過57時間後においても、クリプト原虫と関連する3～7 μ mの粒子がいまだ残存している。

このことから、より高度な固液分離技術を開発することが必要である。その場合、ろ材表面の電気的な性状がろ過効率に大きく関わってくると考えられるので、砂層のゼータ電位の測定や調整技術を確立しておくことが必要になる。

3. 砂層のゼータ電位測定

1) 装置と方法：図3はろ材としてもちいた珪砂のゼータ電位の測定装置である。測定方法としては、ろ過前後の珪砂を円筒状セル（ ϕ 14×50mm）に充填後、水温と電気伝導度を測定した流動水を上向きに通水させ、PURGEバルブ開放前後の流動電位（ E_1 、 E_2 ）と圧力値（ P_1 、 P_2 ）を測定する。それらの測定値をつぎのHelmholtz-Smoluchowski式に代入して、ゼータ電位（ ζ ：mV）を算出した。

$$\zeta = 1.15 \times 10^{10} \cdot \frac{\eta}{\varepsilon} \cdot \frac{K}{R} \cdot \frac{E_1 - E_2}{P_1 - P_2}$$

ここで、 η ：流動水の粘性係数（g/cm $\cdot$ s） ε ：流動水の誘電率（-）

K：電気伝導度計のセル定数（1/cm） R：流動水の電気抵抗（ Ω ）

2) 電位測定の安定性：表4は、所定pHの水道水に12時間浸漬した2種類の珪砂について、ゼータ電位を繰り返し10回測定した結果である。

同表から、ゼータ電位の変動率は、pH3.0付近を除けば、ほぼ安定した値が得られることが分かった。また、いずれのpHにおいても珪砂の径による有意な差は認められなかった。さらに、セル厚や砂の充填密度を変えた場合についても、変動は殆ど認められなかった。これらのことから、砂層のゼータ電位については、この測定方法によりほぼ安定した値を得ることができるかと判断した。

3) 18時間ろ過におけるろ層のゼータ電位：図4は、18時間ろ過後のろ層各部から珪砂を採取してゼータ電位を測定した結果である。いずれの条件においても、フロックを多量に抑留している上層部ほどゼータ位は高く、下層に向かって低減している。また、原水pHの影響については、30cm程度まではpHが低いほどゼータ電位は高いが、これより深い部分ではpHによる有意な差はない。さらに、PAC注入率の影響については、PAC注入率が大きいほど幾分高いゼータ電位を示している。このように、ろ層のゼータ電位が、因子の変動から予測される方向に推移していることから、ゼータ電位をろ材表面特性の指標としてろ過研究に導入できることが確認された。

4. ま と め

沈殿後水中の濁質を活性炭層と砂ろ過層で分離処理しても、いまだ3 μ m以上の粒子は満足できるレベルでは、処理されていないことが分かった。また、濁度のより高効率分離を行う上で必要となるろ材表面のゼータ電位については、安定的に測定できることを明らかにした。今後、ゼータ電位を指標に、PACによる砂表面の電位調整が濁質の高効率分離に及ぼす効果とメカニズムについて検討して行きたいと考えている。

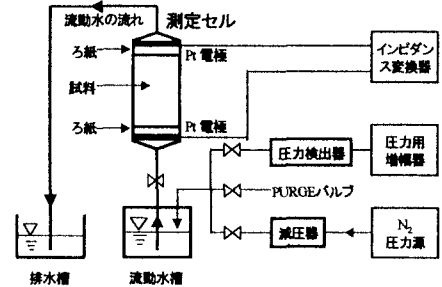


図3 流動電位測定装置のフローシート

表4 繰り返し測定の実験条件と砂のゼータ電位

pH	3.08	4.91	6.60	9.01	
水温 (°C)	22.3~22.8	20.6~21.3	21.4~21.6	21.1~21.2	
流動水の抵抗(Ω)	908~1146	3049~3151	3567~3743	2954~3259	
有効径	ゼータ電位 (mV)				
0.61mm (小砂)	AVE	-32.53	-32.14	-31.76	-41.06
	MIN	-35.86	-34.64	-32.64	-42.70
	MAX	-29.72	-30.92	-30.76	-39.95
	S.D.	2.16	1.26	0.67	0.81
	変動率	6.63	3.90	2.12	1.96
0.94mm (大砂)	AVE	-29.29	-30.62	-31.70	-41.40
	MIN	-32.51	-32.49	-32.62	-42.68
	MAX	-26.46	-29.23	-30.19	-39.28
	S.D.	2.15	1.30	0.81	1.03
	変動率	7.34	4.23	2.56	2.49

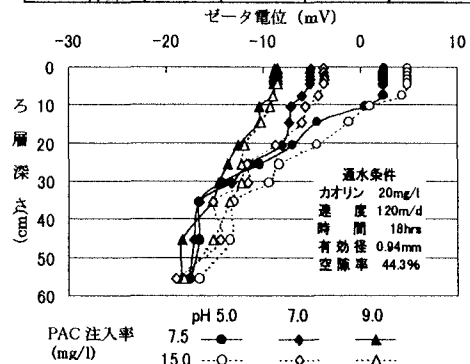


図4 ろ層深さに伴う砂のゼータ電位