

II-515

自然減速ろ過の有効性に関する基礎的研究

北見工業大学 正 員 海老江 邦 雄

北見工業大学 学生員 土 井 克 哉

北見工業大学 学生員 東 義 洋

1. ま え が き……最近、良好な水質の水道水を求める気運が高まり、浄水処理においても各部の改善を検討することが必要となってきた。固液分離の中心であるろ過に関しても、従来よりも良好なろ過を生産できるろ過法の模索が重要となっている。Cleasby¹⁾らは炭酸カルシウム粒子を用いて自然減速ろ過と通常の定速ろ過との比較検討を行い、前者における水質改善効果が顕著であることを指摘している。そこで、本論では、PACで凝集させたカオリンフロックを用い、ろ材径と凝集剤注入率を変えた定速ろ過と自然減速ろ過の実験を行い、これらにおけるろ速、損失水頭、ろ過水濁度の経時変化のデータをもとに自然減速ろ過の有効性について基礎的に検討した結果を報告する。

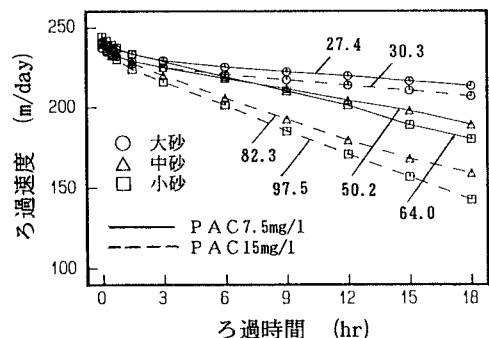
2. 実 験 方 法……実験には直接ろ過装置を用い、ろ過筒内には有効径0.61mm(小砂)、0.71mm(中砂)、0.94mm(大砂)(いずれも均等係数1.4)の珪砂を空隙率44.3%で充填(成層ろ層)した。運転開始時のろ速はいずれも240m/dとして18時間ろ過を行った。ろ過原水には本学水道水にカオリン20mg/l、PAC 7.5、15mg/l注入して約10分急速混和したものを用いた。

3. 結果および考察

(1) 自然減速ろ過におけるろ速低下量の動き……図1は自然減速ろ過におけるろ速(自動採水機で一定時間内に採水したろ過水量より換算)の経時変化を示す。これより、ろ速はいずれの場合にも、時間の経過とともにほぼ直線的に低下しており、ろ過18時間後には27.4~97.5 m/d(11.4~40.6%)低下した。これらのろ速低下量はろ材径が小さいほど、PAC注入率(供給するフロックの径や量に強く関連)が多いほど大きい。また、ろ過18時間後のろ過総水量は定速ろ過の場合よりも12.6~40.2 m³/m²(7.0~22.3%)減少した。

(2) 損失水頭の動き……図2は中砂の場合を示す。ろ過3時間までは定速と自然減速ろ過との差は殆ど見られないが、それ以後は時間の経過とともに大きくなり、ろ過終了時には後者の方が小さく(PAC 7.5、15mg/lでそれぞれ22.9、37.3cm(14.3、16.8%))なった。これは、後者のろ速が時間の経過とともに低下したこと、およびそれに伴い抑留濁質量が定速ろ過の場合より少なくなったためである。また、大砂、小砂の場合における両者の差はそれぞれ0.8~2.2、30.0~71.8cmで、ろ材径が小さいほど、凝集剤注入率が多いほど大きくなっている。

(3) ろ過水濁度の動き……図3で中砂の場合における定速と自然減速ろ過との比較をすると、PAC 7.5mg/lの場合、終始、後者の方が平均で0.71mg/l(76.3%)も改善されている。一方、PAC 15mg/lの場合、ろ過30分~3時間までの濁度が0.05~0.19mg/lと非常に低いが、そ



* 図中の数値はろ過終了時におけるろ速減少量 (m/d) を示す

図1 自然減速ろ過におけるろ速の経時変化

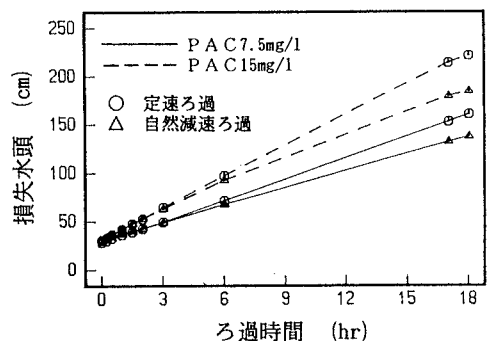


図2 損失水頭の経時変化(中砂)

の後の終期漏出発生からろ過終了までの濁度増加分は定速で4.90mg/l、自然減速で1.85mg/lと後者の方が著しく抑制されている。

また、図4で自然減速ろ過におけるろ材径の影響を見ると、PAC 7.5mg/lの場合のろ過水濁度は、18時間平均では大砂が中砂より0.98mg/l、小砂より1.11mg/lも高く（表1参照）、終期漏出の発生も大砂の方が中砂、小砂よりも顕著である。一方、PAC 15mg/lの場合のろ過水濁度は、ろ過30分～3時間までは0.05～0.19mg/lと非常に低いが、終期漏出発生からろ過終了まで大砂、中砂、小砂それぞれ5.51、1.76、1.10mg/lも増加し、18時間平均でもPAC 7.5mg/lの場合に比べて0.45～1.63mg/l高く、終期漏出の発生が早くなっている。したがって、自然減速ろ過では、終期漏出の早期発生とその後の急速な濁度増加を抑制するためにも、大径ろ材の使用や凝集剤の過剰注入は避けるべきと考えられる。

(4) ろ過水濁度変動の分散分析……表1のデータをもとに三元配置法で分散分析した結果を表2に示す。これによると、主因子ではろ材径の寄与率が47.5%と最も大きく、以下、PAC注入率（31.4%）、ろ過方法の変換（12.8%）の順となった。このことは、定速ろ過から減速ろ過への転換による効果は適度の凝集剤注入や小径ろ材の採用による効果よりも小さいことを意味している。

4. あ と が き……今回の実験から、自然減速ろ過の採用は、定速ろ過よりもろ過水の生産量を7.0～22.3%減少させるものの、ろ過水濁度は全条件の平均で0.70mg/l（41.9%）低下し、損失水頭も有効径0.71mmで22.9～37.3cm（14.3～16.8%）小さくなるなどの効果を発揮することが認められた。しかしながら、分散分析の結果によれば、自然減速ろ過への転換による水質改善効果はろ材径や凝集剤注入率の変動による効果よりも小さいことが分かった。

【 文 献 】

- 1) J.L.Cleasby: Declining-Rate Filtration, Jour.of AWWA, Vol.73, No.9, pp.484-489, '81.9.
- 2) 海老江邦雄・土井克哉 他: 減速ろ過法における懸濁物質の挙動とその効果, 土木学会北海道支部論文報告集（第II, IV部門）, 第51号（B）, pp.356-361, '95.2.
- 3) 海老江邦雄・土井克哉 他: 減速ろ過法の有効性に関する検討, 第46回全国水道研究発表会講演集, '95.5.
- 4) L.Di Bernard & J.L.Cleasby: Declining-Rate Versus Constant-Rate Filtration, Jour.of Env. Eng. Div., ASCE, Vol.106, No.6, pp.1023-1041, '80.12.

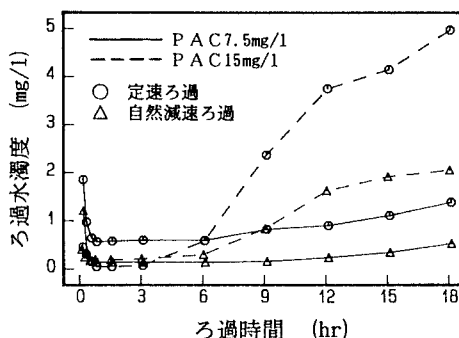


図3 ろ過水濁度の経時変化（中砂）

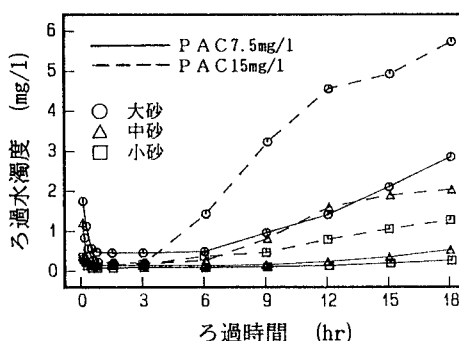


図4 ろ過水濁度の経時変化（自然減速ろ過）

表1 18時間平均ろ過水濁度 (mg/l)

PAC 注入率 (mg/l)	ろ過 方法	使用 砂			平 均
		大 砂	中 砂	小 砂	
7.5	定速	1.55	0.93	0.60	1.03
	減速	1.20	0.22	0.09	0.50
15	定速	3.39	2.22	1.32	2.31
	減速	2.83	0.91	0.54	1.43
平 均		2.24	1.07	0.64	—

表2 各因子のF検定と寄与率

因 子	F検定	寄与率 (%)
PAC注入率 (P)	**	31.4
ろ過方法 (F)	**	12.8
ろ材径 (D)	**	47.5
P × F	—	—
P × D	**	5.9
F × D	—	—
(誤差)	—	2.4
計		100.0

**はF検定における2.5%有意を示す。