

1. まえがき

急速ろ過池の固液分離スペースは沈殿池に比較して極めて小さい。それにもかかわらず、急速ろ過池は次第に高負荷下で運転される傾向にあり、ろ過機構の解明と並行して急速ろ過池の機能の限界もしくはどの程度の余裕能力を持っているかを評価・把握することが重要となってきた。筆者は、先に⁴⁾、ろ過途中で発生させた短時間の濁度上昇などに伴う急速ろ過池の挙動を詳細に検討して、現用の急速ろ過池がかなりの潜在的な余裕能力を持っていることを指摘した。本報では、原水の懸濁物質（カオリン、硫酸アルミニウム）濃度を上昇させる形で高負荷化を図った一連の急速ろ過実験とJar Test とから得た懸濁物質のフロック体積（FV）などの凝集特性に関する数値、総損失水頭およびろ過水濁度の動きをもとに、急速ろ過池の高負荷化運転の可能性とその方向とを検討することを目的とした。

2. 実験

(1) Jar Test ----- 高負荷化に伴う懸濁物質の凝集特性に関する情報を得るためにJar Test (急速混和100rpm 5分間、緩速混和40rpm 10分間、沈殿20分間)を行なった。すなわち、本学水道水にカオリン(10, 20, 40 または 80 mg/l)を添加したのち凝集剤として硫酸アルミニウム ($Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ として 10 または 40 mg/l)を注入したものを試料とした。試料のpHについては、0.2N-NaOH で中性付近に調整した。上澄液については濁度と残留アルミニウム量(オキシン法)を、F・Vについてはメスシリンダーに採取後24時間における体積を測定した。

(2) 急速ろ過実験-----実験装置として図-1に示す直接ろ過装置(ろ層は断面 52.8cm^2 で厚さ 60cm 、珪砂、空隙率 44.3%)

を用いた。カオリン添加率(20, 40 または 80 mg/l)と硫酸アルミニウム注入率(10 または 40 mg/l)を変動させて運転(流速 240 ㎥/時で 18 時間)し、経時の総損失水頭、原水・ろ過水濁度、18 時間ろ過後のろ層内扣留物質量分布を測定した。

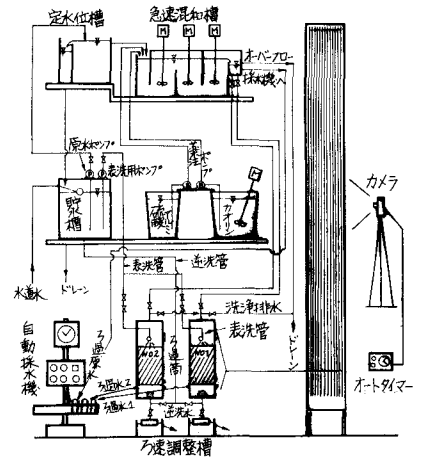


圖-1 急速通過實驗裝置

3. 結果と考察

繰り返し5回のJarTest

3. 結果と考察		表-1	硫酸 アルミ	pH	残留 濁度	除去 濁度	濁度 除去率	残留Al	除去Al	アルミ 除去率	F.V.	F.V. 除去濁度	F.V. 除去Al
繰返し5回のJar Test		カオリン mg/l	mg/l		mg/l	mg/l	%	mg/l	mg/l	%	cm ³	cm ³ /mg/l	cm ³ /mg/l
で得た平均値を表-1に掲		10	10	7.08	4.2	5.8	58.1	0.55	0.38	40.7	0.71	0.13	1.86
げる。明らかになった諸点		20		7.08	6.7	13.3	66.3	0.50	0.43	46.1	0.67	0.05	1.55
は次の通りである。		40		7.09	9.1	30.9	77.3	0.46	0.47	50.4	0.73	0.02	1.54
(1) 除去濁度に関しては、		80		7.13	16.1	63.9	79.9	0.44	0.49	52.5	0.72	0.01	1.46
硫酸アルミニウム注入率 (A.S.)		10	40	7.00	4.4	5.6	55.9	1.24	2.13	63.2	2.65	0.59	1.25
を固定した場合、実験範囲		20		6.97	4.3	15.7	78.4	1.09	2.28	67.7	2.57	0.16	1.13
内では原水濁度を高めるほ		40		6.94	4.8	35.2	88.0	0.87	2.49	73.9	2.36	0.07	0.95
と除去濁度の量と率との両		80		6.96	5.8	74.2	92.7	0.83	2.54	75.4	2.21	0.03	0.87

方が上昇した。また、A.S.を高めると、特に原水濁度の高い領域で残留濁度量と率とを低くおさえることができた。このことは、一般的に注入されたA.S.はカオリンの捕捉分離に関して非常に大きな弾力性、すなわち、かなりの高負荷（高濁）運転の可能性を持つことを示している。さらに、カオリンの捕捉分離に関する除去Alの動

きて注目されることは、原水の高濁化に伴う除去濁度が10mg/lのA.S.で5.8から63.9へと11倍、また、40mg/lのA.S.で5.6から74.2mg/lへと13.3倍の増加を示したのに対して、除去Alは前者で13倍また後者で1.2倍しか上昇しておらず、固液分離に殆んど無効ともいえるかなり多量の残留Alの存在が明らかになったことである。

(2) 原水の高濁化に伴うF.V.は、A.S.が同一であればほぼ一定とみなしうる値(但し、A.S. 40mg/lでは若干の減少傾向が認められる)をとった。したがって、同一A.S.では除去濁度が多くなるほど(F.V./除去濁度)の小さな、つまり、密度の大きなフロックが形成されていることになる。また、発生F.V.は、A.S. 40mg/lでは40mg/lの場合より平均して3.45倍大きな値をとっており、非常に強くA.S.に依存している様子が認められる。(F.V./除去Al)は、A.S.の高い方が小さな値、つまり密なフロックが形成されている点は興味深い。

上述の諸傾向を示す懸濁物質を実際に急速ろ過した際の正味の総損失水頭とろ過水平均濁度の動きを表-2に、また、これらを三元配置法で検討した結果を表-3に掲げた。次の諸点が明らかになった。

(1) 原水の高濁化が正味の総損失水頭の発生に及ぼす効果は非常に小さい。しかしながら、表-1で原水の高濁化に伴ってF.V.が横ばいもしくは若干減少するにもかかわらず、表-2では珪砂・A.S.を固定した場合損失水頭が幾分上昇している。これは原水の高濁化とともにフロック密度が高まり上層部抑留の傾向をとったためと考えられる。他方、A.S.の増加およびろ径の減少は総損失水頭の増大に大きな影響を与える。このうち、損失水頭を抑制する最大の操作因子は表-3の寄与率からA.S.を減少させることであると判断される。(2) ろ過水平均濁度は、カオリン80mg/l時を除き、原水の高濁化、ろ径の増大およびA.S.の増加につれて上昇している。濁度流出率の変動に最も寄与する因子は珪砂の径であると分った。これらの結果、珪砂0.81~1.00mm、A.S. 40mg/l時を除きカオリン40mg/l程度までは許容水質の水を生産できた。なお、珪砂0.84~1.00mm、A.S. 40mg/l時でも砂層を10cm厚くすればろ過水平均濁度を2度以下に低下させる。さらに、カオリン80mg/l時のろ過水平均濁度が異常に高いのは、

表-2		硫酸 アルミ	カオリン	正味の 総損失	伸び率	原水 平均濁度	ろ過水 平均濁度	濁度 流出率	砂層厚70cm時 におけるろ過水 濁度の減少値
珪砂 (重量%)		(mg/l)	(mg/l)	(cm)		(mg/l)	(mg/l)	(%)	(mg/l)
0.81 ～ 1.00	10	20	57.0	1とほぼ	22.0	1.07	4.9	0.14	
		40	60.2	1.06	44.3	1.87	4.2	1.04	
		80	64.8	1.14	89.3	9.75	10.9	1.42	
	40	20	120.6	1とほぼ	30.5	2.66	8.7	1.23	
		40	131.9	1.09	53.5	3.83	7.2	3.09	
		80	139.3	1.16	94.8	9.48	10.0	6.17	
0.59 ～ 0.74	10	20	99.7	1とほぼ	22.0	0.81	3.7	0.07	
		40	132.7	1.33	44.3	0.97	2.2	0.12	
		80	114.2	1.15	89.3	5.10	5.7	0.74	
	40	20	235.8	1とほぼ	30.5	1.05	3.4	0.33	
		40	267.3	1.13	53.5	1.55	2.9	0.37	
		80	279.8	1.19	94.8	5.25	5.5	0.92	

表-3		正味の総損失水頭		濁度流出率	
要 因	純効果	寄与率(%)	純効果	寄与率(%)	
カオリン(T)	981.4	1.5	2996	33.8	
珪砂の径(S)	25703.0	38.6	4034	45.5	
硫酸アルミ(A)	34718.0	52.2	152	1.7	
交互作用 T × A	116.1	0.2	61	0.7	
T × S	204.1	0.3	-109	-1.2	
A × S	4198.1	6.3	113	1.3	
その他	641.3	1.0	1628	18.3	
(合 計)	66562.0	100.1	8875	100.1	

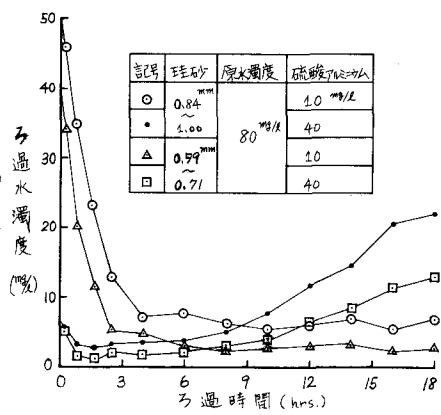


図-2

図-2に示すように、低A.S.では付着効率不良による初期漏出に、高A.S.では除去容量不足による終期漏出に起因している点を留意すべきである。初期漏出については、この時期のA.S.を高めることで抑制できるので、低A.S.時にはより高濁原水でも満足しうる水質の水を生産できよう。4. あとがき 今回の実験により高負荷下の急速ろ過池の基礎的挙動を全般的に把握できた。今後は条件を絞って急速ろ過池の機能の限界と最適化について検討を深めて行きたいと考える。 —参考文献— 1) 海老江: 急速ろ過層における抑留物質の挙動(Ⅳ), 水協誌, 508号(昭52.1)