

II-6

活性化スラッジ循環法による濁質の凝集沈殿に関する検討

北見工業大学工学部 正員 海老江 邦 雄
 " 学生員 内 田 淳
 " 学生員 玉 村 英
 " 学生員 安 藤 丈 弘

1. ま え が き

近年、河川上流部におけるダム建設や富栄養化などの影響により河川水は次第に凝集し難い原水となってきている。また、河川水の低濁時や高pH時には凝集剤の注入率を上げて対応している浄水場が多くなっている。凝集剤の高注入によって形成されるフロックは、比重が小さく沈降性が悪いので処理水の濁度やアルミニウム濃度の上昇につながる。一方、浄水処理工程で発生した汚泥が大量のアルミニウムを含んでいるため、これに酸を加えることによって活性化させ、再利用が可能になるものと考えられる。

本論では、こうした活性化スラッジを加えることによって通常の凝集剤注入率を低下させる処理法が凝集・沈殿効果を向上(濁度やアルミニウム濃度の抑制)させうるか否かについて実験し検討したが、それらの結果について報告したい。

2. 活性化スラッジ循環法の特長

活性化スラッジ循環法は、浄水処理の過程で発生したスラッジに含まれているアルミニウムと濁質を再利用することにより、原水の凝集性を改善して浄水水質を向上させることを目的としている。スラッジは原水中の濁質と凝集剤として加えられるアルミニウムの水酸化物である。このスラッジは凝集剤としての活性が失われているので、酸を加えてスラッジ中のアルミニウムを溶解させると凝集剤としての活性を回復する。この酸処理したスラッジを原水に添加すると溶解したアルミニウムは凝集剤として、また濁質は凝集助剤として作用するため、凝集・沈殿効率が改善されると考えられる。

この方法の長所として、次の事柄が挙げられる。(1)酸処理したスラッジの循環、すなわち、凝集剤として再利用することによって新規に注入するPACの量を抑制することができる。(2)処理水のpHや濁度の改善を期待できる。(3)処理水のアルミニウム濃度を低下させることができれば、若年性痴呆症のような人体への悪影響を抑えることができる。(4)スラッジのアルミニウム濃度が低くなるので、スラッジの脱水性が良くなり発生量が減少する。

3. ジャーテストによるフロックの基礎特性の確認

1回のジャーテストの基本操作は急速攪拌(120rpmで5分)と緩速攪拌(40rpmで10分)とから成る。こうしたジャーテストの回数を増加させることによってフロックの凝集がどのように進行するか、あるいは劣化の傾向が起こらないかを調べた。試料の条件としては、pHはフロックが最も形成されやすい7付近に、カオリン濃度は50mg/l、PAC 5、10または20mg/lを注入して全量を500mlとした。それぞれのPAC注入率

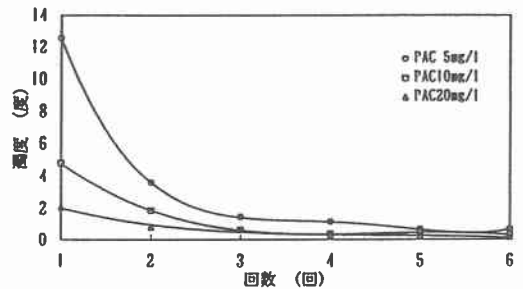


図1 ジャーテストの回数と濁度の動き

Effect of Activated Sludge Recirculation on Coagulation and Sedimentation of Turbid Substances by Kunio EBIE, Jun UCHIDA, Suguru TAMAMURA and Takehiro ANDO

においてジャーテストを6回まで行い、上澄水の濁度とアルミニウム濃度を測定した。これらの結果を図1と表1にそれぞれ掲げる。同図よりいずれの凝集剤注入率においてもジャーテスト回数が増加に伴って上澄水濁度は減少しており、6回後の上澄水濁度は1回後の上澄水濁度に比べて、PAC注入率5mg/lの場合には5.4%、PAC 10mg/l注入の場合には6.6%、PAC 20mg/lの場合には6.8%にまで低下している。また上澄水残留アルミニウム濃度についても、PAC注入率5、10、20mg/lでそれぞれ22.8、36.0、12.7%にまで減少している。これらのことは、ジャーテスト回数が増加するにつれて、試料に加えたアルミニウムがカオリン粒子を次第に完全にフロック中に取り込んでいくこと、および、PACによるフロックはフロックの形成と破壊を繰り返しても劣化しないことを示している。6回後に残留しているアルミニウムの殆どは凝集に不活性なアルミニウムと考えられる。

表1 ジャーテストの回数と上澄水のAl濃度

ジャーテスト (回)	PAC注入率(mg/l)		
	5	10	20
1	0.123	0.153	0.204
2	0.055	0.126	0.086
3	0.045	0.068	0.050
4	0.032	0.068	0.040
5	0.028	0.058	0.034
6	0.028	0.055	0.026

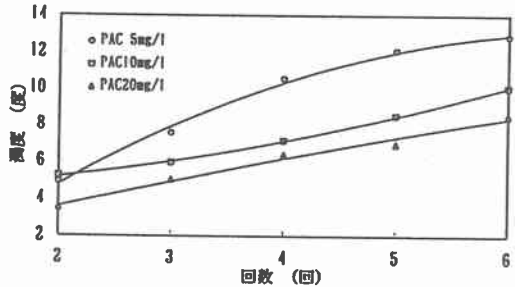


図2 ジャーテストの回数と濁度の動き

つぎに、最初にカオリン濃度50mg/l、PAC注入率5、10、20mg/lの条件で1回目のジャーテストを行った後、ジャーテスト回数を増やすたびに新たに濁質を5度添加して最高6回(25度添加)までジャーテストを行い、上澄水中に残留した濁度とアルミニウム濃度を測定した。これらの実験結果を図2と表2に示した。上澄水濁度は、ジャーテストの回数とともに上昇してはいるが、新たに添加された濁質の過半は以前に形成されたフロックに取り込まれていく様子が認められる。即ち、濁質添加量が直接上澄水濁度に影響しておらず、PAC注入率5mg/lでジャーテスト6回の場合には、25度添加した濁度のうち17度程度がフロック中に取り込まれた結果となっている。一方、上澄水中の残留アルミニウム濃度についても、ジャーテスト回数が増加して行くにつれて低下しており、凝集剤が有効利用される方向に進んでいる。

表2 ジャーテストの回数と上澄水のAl濃度

ジャーテスト (回)	PAC注入率(mg/l)		
	5	10	20
2	0.047	0.066	0.046
3	0.043	0.058	0.034
4	0.041	0.041	0.022
5	0.033	0.038	0.010
6	0.028	0.031	0.004

これらのことより、ジャーテスト回数を増加させることによって上澄水の濁度およびアルミニウム濃度を抑制できることを示している。

4. 浄水場における活性化スラッジ循環法適用の結果

(1) O浄水場……春と秋に低濁、高pHになる原水に対して実験を行った。沈殿汚泥に対して70%硫酸を6ml/l注入して活性化スラッジとした。原水に対してこのスラッジを3ml/l、PAC 5mg/l注入して、実験を行った。沈殿後水の濁度とpHについての実験結果を図3に、70%硫酸を6ml/l注入して活性化スラッジを作り、原水にこのスラッジだけを3ml/l(PAC

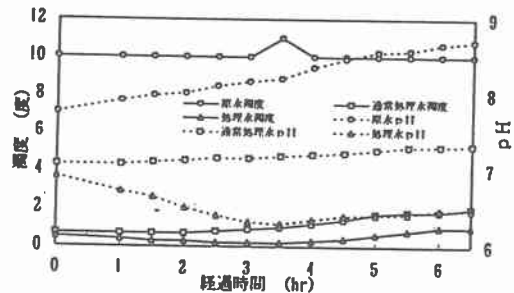


図3 濁度およびpHの経時変化

の注入は 0mg/l) 加えたときの沈殿後水の濁度と pH の結果を図 4 に示す。なお、当浄水場における通常処理に対する PAC 注入率は 50~55mg/l であった。これらの図において、通常処理と活性化スラッジ循環法における処理水濁度を比較すると、いずれの場合にも活性化スラッジを循環させた処理水が通常処理水よりも著しく低濁(図 3 では 58.3%低下、図 4 では 25%低下)となっている。このことから、活性化スラッジ中のアルミニウムは凝集に大きく寄与していることが分かる。

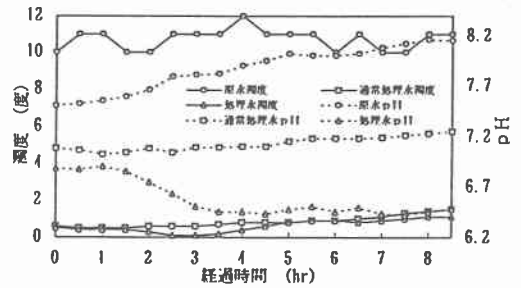


図 4 濁度および pH の経時変化

pH については、原水 pH が徐々に上昇しているのに対して活性化スラッジを循環させた処理水 pH はアルミニウムの最適凝集領域内の 6.3~6.5 程度に維持されている。

表 3 水温、濁度、色度の平均値の動き

	水温 (°C)	濁度 (度)	色度 (度)
	平均値 (範囲)	平均値 (範囲)	平均値 (範囲)
原水	8.8 (3.5~14.6)	10.9 (6.0~27.0)	23.3 (19.0~37.0)
処理水(1)	8.5 (3.5~14.2)	0.46 (0.3~0.7)	3.4 (2.0~5.0)
処理水(2)	10.7 (5.4~17.0)	0.86 (0.4~1.6)	5.3 (2.0~9.0)

(注)処理水(1)は K 浄水場の処理水、処理水(2)は実験の処理水

(2) K 浄水場……融雪期に実験を行い、沈殿汚泥に対して 10% 硫酸を 26ml/l 注入して活性化させ、このスラッジを原水に対して 0.02ml/l、さらに PAC を 19~25mg/l 注入した場合の水温、濁度、色度の測定結果を表 3 に示した。PAC の注入率が通常処理(平均 PAC 注入率 45mg/l)の約半分程度で実験を行ったところ、活性化スラッジを循環させた系の処理水は、色度に関しては通常処理水よりも若干悪くなっているが濁度に関しては通常処理水と同等の 1 度以下に抑えられた。しかしながら、PAC 注入率もしくは活性化スラッジ注入量を幾分か上昇させることにより色度の改善は可能になると考えられる。

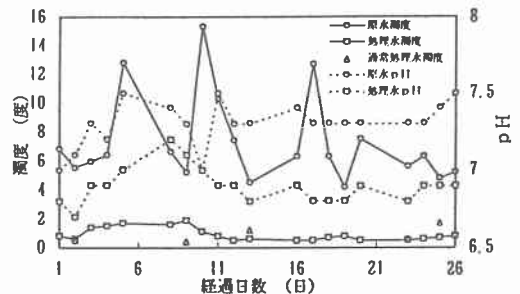


図 5 濁度および pH の動き

表 4 濁度、pH の平均値の動き

	濁度 (度)	p H
	平均値 (範囲)	平均値 (範囲)
原水	7.3 (4.2~15.3)	7.3 (7.0~7.5)
処理水(1)	0.88 (0.4~1.7)	6.9 (6.7~7.2)
処理水(2)	0.91 (0.5~1.9)	

(注)処理水(1)は S 浄水場の処理水

処理水(2)は実験の処理水

(3) S 浄水場……沈殿汚泥に対して 70%硫酸 5 倍希釈液を 28~63ml/l 注入して活性化スラッジを作り、原水に対してこのスラッジを 0.8~1.8ml/l、PAC を 10mg/l 注入して実験を行った。図 5 に原水と処理水の濁度および pH の動きを、表 4 に平均値などを示した。この浄水場の冬期の原水 pH は 7.0~7.5 程度であったので、酸処理した活性化スラッジを注入すると処理水 pH が酸性側に傾くのではないかと心配された。しかしながら、処理水 pH が平均 6.9 程度に抑えられたので問題はなかった。処理水濁度については、原水が突発的に上昇することもあったが、原水濁度が 15 度程度までならば処理水の平均濁度は 0.91 度となり、通常の処理水濁度と同様に 1 度以下に維持されている。

5. 活性化スラッジ循環法の基礎実験

活性化スラッジ循環法に関する精密な基礎実験を行う目的で本学に設置した実験装置のフローシートを図 6 に示す。同装置を用いた実験の開始にあたり、装置の濁質除去特性を把握する目的で活性化スラッジの循環をさせないで、本学水道水にカオリンを 20mg/l 注入したものを原水として PAC 7.5、15.0 または

22.5mg/l 注入した3条件で24時間運転を行って見た。その際の原水および沈殿処理水の濁度の経時変化を図7に掲げた。処理水濁度については、実験開始2~3時間までは上昇していくが、フロック形成池でのフロック形成が安定すると考えられる3時間以降はほぼ安定した状態に到達している。そこで、3時間以降の濁度およびアルミニウム濃度の平均値を算出して表5に示した。同表から、PAC注入率を7.5mg/lから2倍、3倍に上昇させると処理水濁度は7.5mg/lの処理水濁度のほぼ1/2、1/3になっていることが分かる。アルミニウム濃度については、PAC注入率15mg/lにおける処理水は除去率が低くなっているが、他の条件では比較的良好な結果が得られた。

今後の予定としては、PACのみで作った活性汚泥スラッジの循環、および沈殿汚泥を活性化させたスラッジの循環を伴う実験などを行い、活性汚泥スラッジ循環法の有効性を検証して行きたいと考えている。

6. ま と め

沈殿汚泥に酸を加えて活性化させ、これを凝集プロセスに加える活性化スラッジ循環法は、水処理と汚泥処理の両方において多くの利点を持っていると考えられる。実際の浄水場における同法の有効性に関する検討例としては、現在まで2、3あるのみで、そのメカニズムや効果の程度など、最も基本となる点についてすら未だに十分に解明させていない。著者らは、今後、同法のモデルプラントを用いて、こうした点の検討を行うことにより同法の有効性を明確に行きたいと考えている。

7. 謝 辞

本研究の実験遂行にあたってご協力いただいた北見工業大学土木工学科上下水道研究室の皆さんとオルガノ株式会社に対し心より感謝の意を表す。

【 参 考 文 献 】

- 1) 海老江邦雄：衛生工学演習(1992. 4)
- 2) 関谷 透ら：曝気による浄水汚泥の改質、第42回全国水道研究発表会講演集(1991. 5)
- 3) 望月美保・安藤丈弘：濁質の凝集沈殿効果とろ過ろ材の表面特性、北見工業大学卒業論文(1995. 2)

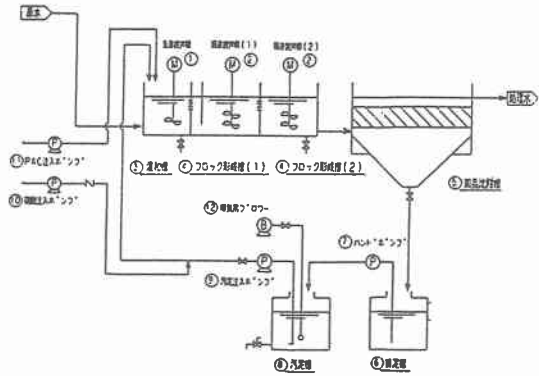


図6 実験装置のフローシート

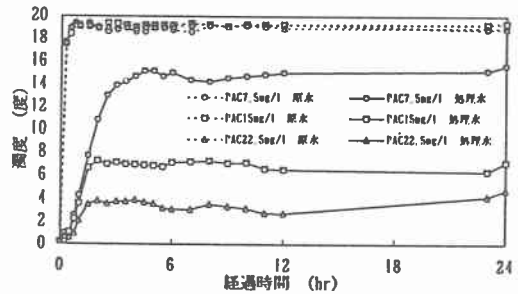


図7 濁度の経時変化

表5 濁度およびアルミニウム濃度の平均値

	P A C 注 入 率 (mg/l)					
	7.5		15.0		22.5	
	濁度(度)	Al(mg/l)	濁度(度)	Al(mg/l)	濁度(度)	Al(mg/l)
原 水	19.9	0.35	20.3	0.79	20.1	1.38
処 理 水	15.6	0.15	7.3	0.49	3.7	0.31
除去率(%)	21.6	57.10	64.0	38.00	81.6	77.50