

緩速ろ過池使用砂の物理洗浄による再生利用に関する検討

岐阜大学工学部

○原田宣男・川口倫由・北瀬真衣

岐阜大学工学部

正会員

李富生・吉村千洋

1. はじめに

一般に浄水施設における緩速ろ過は、ろ過池の表面に形成する生物膜を利用して、水中の懸濁物質を抑制すると共に、易分解性の有機物を分解していくプロセスである。ろ過の継続に伴い抵抗が上昇し、ろ過効率が低下する。この場合、ろ層表層部（ろ過砂）を数 cm かき取りろ過層の再生を図る。この工程を繰り返し、ろ過砂が一定厚に減少したところで、ろ過砂を補充する。かき取られた砂（使用砂）については、再びろ過砂として利用する場合、使用砂の洗浄と洗浄排水の処分が必要となる。そこで本研究では、緩速ろ過池の使用砂を調査対象とし、物理的・化学的洗浄方法を提案することを最終目的として研究を行っている。本報は物理洗浄による使用砂と洗浄排水の性状について検討した結果を報告する。

2. 実験方法

実験は、緩速ろ過池からかき取った直後の使用砂（湿潤砂）と、天日乾燥された後の使用砂（乾燥砂）を四分法により分別したものを対象とした。

使用砂の洗浄特性を確認するため、500mLのトールビーカーに、使用砂約 100 g、Milli-Q水 (18MΩ・cm) 400mLを加え、ジャーテスターを用い 30、80、及び 180rpm の3段階の攪拌強度（G値として 18.3、69.4、及び 206.1 sec⁻¹）で攪拌洗浄を開始した。所定の経過時間（0、0.5、1、3、5、10、20、30、40、60、90、及び 120 分）ごとに水面下約 1cmから懸濁水 20mLを採水し水質分析に供した。洗浄砂の再利用性を確認するために、攪拌洗浄を行った使用砂及び未使用の砂（新砂）に対し、ふるい分け試験を行うと共に、走査電子顕微

鏡による砂表面の形状解析と、X線元素分析を行った。また、洗浄排水については、SS濃度、VSS濃度、金属濃度、溶存炭素濃度などを分析し水質基準と排水基準に照合させた。測定項目及び試験方法を表1に示す。

3. 結果及び考察

単位重量の使用砂から剥離された懸濁物質と懸濁物質中の有機物の経時変化を図1に示す。攪拌強度による大きな差は見られず、攪拌数分で剥離されるSSの大半が洗浄液中に出現した。SS、VSS共に乾燥砂より湿潤砂の剥離量が全体的に多く、剥離されやすいことが分かった。

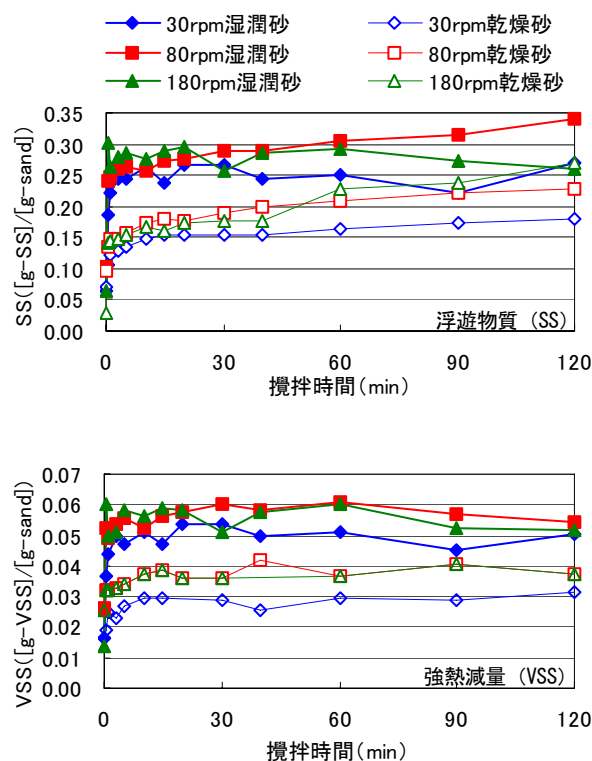


図1 使用砂から剥離された粒状態物質の動き

洗浄排水中に含まれる溶存態有機物の濃度を図2に示す。乾燥砂と湿潤砂とのDOC基準による差は小さい。UV260基準では洗浄時間の増加に伴って、乾燥砂と湿潤砂の差が大きくなり、フミン物質のような不飽和結合を有した有機成分は湿潤砂から多く溶出していることが分かった。

表1 測定項目一覧

測定項目	試験方法
浮遊物質 (SS)	ガラス繊維ろ紙法
浮遊物質の強熱減量 (VSS)	ガラス繊維ろ紙法
溶存態全有機炭素 (DOC)	湿式酸化-赤外線分析法
紫外線吸光度 (UV260nm)	吸光光度法
重金属 (B、Na、Al、Cr、Mn、Fe、Ni、Cu、Zn、Mo、Cd、Pb)	ICP-MS
ろ材 (ろ過砂) 寸法	ふるい分け試験 (JWWA A103)
走査電子顕微鏡・X線元素分析	-

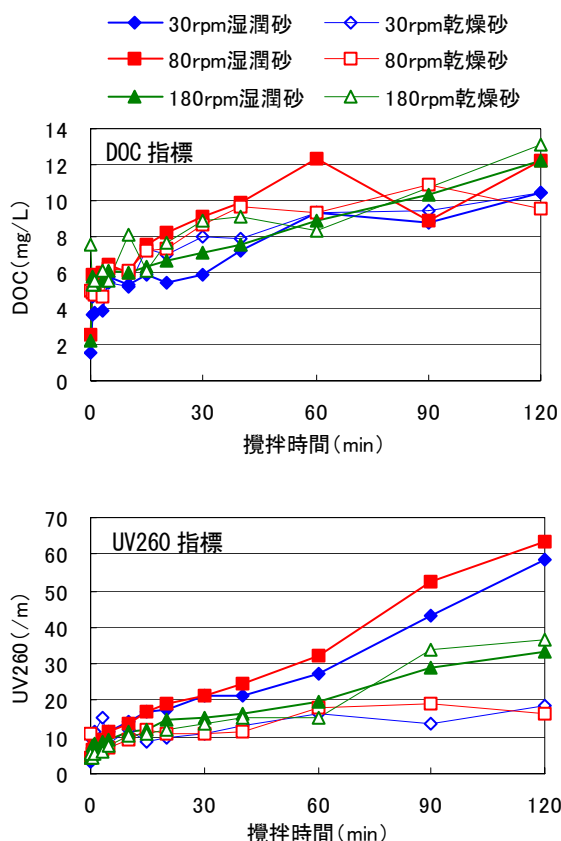


図2 洗浄排水中に含まれる溶存態有機物の動き

表2 洗浄排水中に含まれる溶存態金属濃度(湿潤砂 60分攪拌後)

	攪拌強度			基準1	基準2	基準3	基準4
	30rpm	80rpm	180rpm				
	溶存態金属濃度(mg/L)						
ホウ素	0.064	0.050	0.018	1			
ナトリウム	1.777	14.838	4.800	200			
アルミニウム	0.976	2.211	0.112	0.2			
クロム	0.005	0.007	0.002	0.05※1			2
マンガン	0.089	0.280	0.164	0.05	0.01		10※3
鉄	1.909	3.533	0.785	0.3			10※3
ニッケル	0.014	0.017	0.003		0.01※2		
銅	0.095	0.054	0.002	1			3
亜鉛	0.325	0.180	0.014	1			2
モリブデン	0.029	0.012	0.003			0.07	
カドニウム	0.002	0.002	0.001	0.01			
鉛	0.007	0.008	0.000	0.01			

基準1:水道水質基準(水質基準項目) 基準2:水道水質基準(水質管理目標設定項目)

基準3:水質汚濁に係る環境基準(要監視項目及び指針)

基準4:水質汚濁に係る一律排水基準(生活環境項目)

※1:六価クロム濃度 ※2:暫定値 ※3:溶解性 ■ 水道水質基準値を超える項目

洗浄排水中に含まれる溶存態金属成分の濃度を表2に示す。アルミニウム、マンガン、鉄、ニッケル以外の項目については、水道水質基準値以下であり、マンガンと鉄については、水質汚濁に係る一律排水基準値以下であった。

洗浄後使用砂の粒度分布の結果を表3と図3に示す。乾燥砂、湿潤砂共に攪拌洗浄後では有効径(d_{10})は基準値(0.3~0.4mm)の範囲にあるのに対し、均等係数は基準値(2以下)を超えている。これは、2mm以上の砂がわずかではあるが使用砂に含まれていることが一

因である。この種の砂は、ろ過過程で流入水を通して入ってくるものか、あるいは剥離されない生物膜によるものであると考えられる。洗浄後の使用砂の粒度分布に対し、大きめの砂と小さめの砂の一部を取り除けば、JWWAの規定に即した砂が容易に得られる。

また、走査電子顕微鏡観察及びX線元素分析を行った結果、洗浄後の使用砂のみで砂表面に藻類及び炭素原子が確認され、今回のような物理洗浄のみでは生物膜が完全に剥離されないことが分かった。

表3 洗浄後の使用砂及び未使用砂(新砂)の粒度分布結果

測定項目	基準値	新砂	乾燥砂			湿潤砂		
攪拌強度(rpm)	-	-	30	80	180	30	80	180
2mm 以上 (%)	0	0.0	1.5	1.2	1.2	3.1	2.1	2.4
0.18mm 以下 (%)	0	0.8	2.2	2.0	3.7	1.4	2.1	0.9
d_{10} (mm)	0.3~0.4	0.39	0.37	0.36	0.34	0.40	0.36	0.35
均等係数	2 以下	1.9	2.1	2.1	2.2	2.0	2.2	2.3

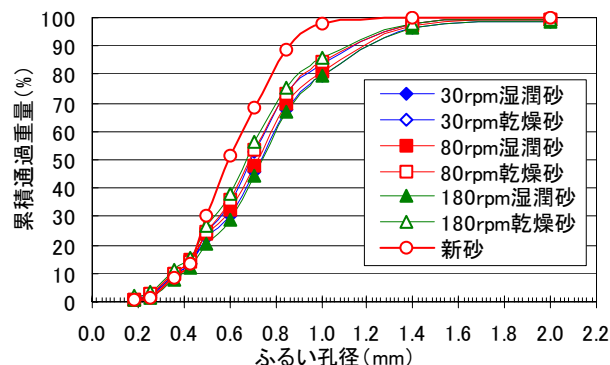


図3 洗浄後の使用砂及び未使用砂(新砂)の粒度分布

4. まとめ

緩速ろ過池からかき取った使用砂の物理洗浄の場合、使用砂の剥離量は攪拌強度にあまり依存せず、剥離されるSS分の大半が、数分程度で剥離される。洗浄後の砂の表面には、藻類を含む生物膜が残存し、使用前の砂と同様な性状を有したものに再生して行くためには、攪拌洗浄以外の物理洗浄や、化学洗浄を併用することが必要と考えられる。

洗浄後砂の有効径と均等係数から判断すると、簡単な粒度調整だけで、洗浄砂の再利用が可能である。洗浄排水については、消毒することにより、一般の排水として処分できる可能性があることが、洗浄排水に対する水質評価の結果から示唆された。

参考文献

日本水道協会：日本水道協会規格 水道用ろ材 (JWWA A 103)、2004