

II-514

SBMRによる含クロミウム
高濃度有機性排水処理

東京大学工学部 正員 山本和夫
アジア工科大学 Khin Maung Win

1. はじめに SBR (Sequencing Batch Reactor)の沈澱工程後上澄水を槽内で直接膜濾過する処理法を、ここではSBMR (Sequencing Batch Membrane Reactor)と称する。処理対象となる排水は、主として重金属を含有した高濃度有機性排水である。SBRを高濃度有機性排水に適用した場合、汚泥の増加により沈降性の悪化の問題が生じる。重金属を汚泥で吸着除去する場合、汚泥を高濃度に維持することが処理の安定性を向上させる。ここに膜分離を組合せる意味がある。一方、膜分離活性汚泥法にSBRを組み合わせることにより、膜濾過時の膜面上への汚泥負荷を軽減し、より安定した膜濾過が実現することが期待される。以下は、SBMRをタイ国バンコク市サミュットプラカにある、なめし皮工場群の排水処理(クロミウムを含む)に適用した結果の報告である。

2. 実験装置と方法

実験装置の概略を図1に示す。曝気槽は内径6.75cm、高さ1mのアクリル製円筒で、有効容積は2.25Litreである。装置は同一仕様のもの3系列作成した。曝気槽内に中空糸膜モジュール(三菱レイヨン社製、材質ポリエチレン、公称孔径 $0.1\mu\text{m}$ 、膜面積 0.3m^2)を浮遊板に取付け浸漬しているため、水位の変動に応じて膜モジュールそのものが上下する。また中空糸が絡みつかないよう支持棒をモジュールに添えてある。図1に示す処理工程で8時間のサイクルのバッチ処理を行った。流出工程(90分)中、吸引膜濾過で処理水を得たが、実際の濾過時間は90分以内で完了し残りはアイドリング状態であった。水理的滞留時間(HRT)は1日に保ち、3系列の装置(R1,R2,R3)の汚泥滞留時間(SRT)をそれぞれ550,20,10日とした。それぞれの系列で、有機物容積負荷を3,5,10 $\text{kgCOD}/\text{m}^3\text{d}$ の3段階に変えて実験を行った。サミュットプラカのなめし皮工場群からの排水(水質 COD 1500-2200, BOD 800-1100, TN 132-188, Cr 19-30 mg/l)を2週間に1度の頻度で採水し、それに所定の有機物負荷が得られるようWhole Milk Powderを加え5℃の冷蔵庫に貯蔵して流入水とした。従って、実際の流入水では有機物濃度のみならず窒素濃度等が工場排水より若干高くなった。種汚泥はバンコク Huay Kwang 活性汚泥法処理場の汚泥を用い上記流入水で15日間馴致した後、実験を開始した。なおCODは重クロム酸法で測定した。

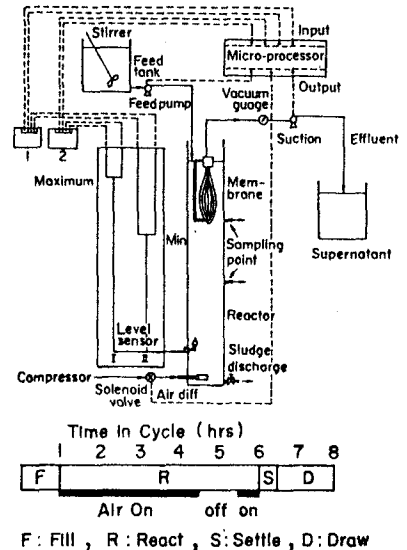


図1 実験装置、処理工程

3. 実験結果と考察 実験期間全体を通じ、COD除去率 93.7-96.6%, 流出水 pH 7.4-8.0, 流出水全クロム濃度 0.41-1.2 mg/l であった。水温は室温の変動に応じ24-34℃の範囲であった。表1は、有機物容積負荷 5 $\text{kgCOD}/\text{m}^3\text{d}$ の場合の流入、流出水の平均水質及び除去率をまとめたものである。COD除去率、クロム除去率とも95-97%と高く、SRTの相違よ

る除去率の相違は認められなかった。全窒素除去率、 PNO_3 性窒素除去率は、ともにSRT20日の場合が最大で、それぞれ76, 71%であった。流出水に亜硝酸性窒素が検出されたが、これは流入水のpHが9.6と高いため流入工程中の槽内pHが上昇し、硝化細菌特に亜硝酸酸化菌に阻害を与えたためと考えられる。pH自体の影響或は遊離アモニアの影響等が挙げられる。従ってSRT10日の場合、硝化細菌の増殖によってさらに不利な状況が加わり窒素除去率が低下したのであろう。逆にSRTの長い550日のケースでも窒素除去率低下が認められるのは、汚泥濃度上昇による酸素供給能の低下が硝化細菌と他栄養細菌との酸素をめぐる競合を激化させ硝化細菌に不利な状況をもたらしたためと考えられる。

図2に汚泥濃度と膜濾過吸引圧の推移を示す。汚泥濃度の上昇と吸引圧の上昇は対応している。SRTが大きいと平衡汚泥濃度も当然高くなっている。100kPaに達する吸引圧は、クロッキングが進行し膜閉塞に近い事態が生じていることを示す。図から、汚泥濃度が30000mg/lを越えると吸引圧が急激に上昇する傾向が認められ、処理の安定性が損なわれると判断される。汚泥濃度は、有機物容積負荷及びSRTによって決まる。従って、汚泥濃度を30000mg/l以内に抑える、有機物容積負荷、SRTの選定が重要である。例えば、有機物容積負荷 $5 \text{ kgCOD/m}^3\text{d}$ までは、SRTに関係なく安定した膜濾過ができるが、有機物容積負荷 $10 \text{ kgCOD/m}^3\text{d}$ となると、SRT20日以上では膜閉塞が起こる可能性が高い。

図3は汚泥のクロム含有量の推移を示したものである。有機物負荷条件が変化し汚泥の急激な増殖が生じた時期では、単位汚泥当りのクロム含有量は減少した。その時期を除くと、SRT550日の場合、汚泥にクロムが蓄積していく傾向が明確に認められる。SRT10, 20日の場合は、それぞれの平衡汚泥濃度に応じてクロム含有量も一定となった。同一SRTでは汚泥濃度が高いと単位汚泥当りのクロム含有量は低くなっている。また同一有機物容積負荷ではSRTが小さいほどクロム含有量が低く、それだけクロムの汚泥中蓄積による阻害の可能性が低いと言え、その意味でSRTの小さいほうが安定したクロム除去が行える。有機物除去、窒素除去、クロム除去及び膜濾過の安定性の観点から以上の結果を勘案すると、有機物容積負荷 $5 \text{ kgCOD/m}^3\text{d}$ を限度とし適当なSRT（SRT550日と20日の間で実験を行っていないため最適SRTは不明であるが、20日に近い値であると推察される）で処理を行うのがよいと言える。

表1 流入、流出水質（有機物容積負荷 $5 \text{ kgCOD/m}^3\text{d}$ ）

	Influent	Effluent		
		R1	R2	R3
SRT (day)		550	20	10
pH	9.6	7.8	7.8	7.8
COD (mg/l)	4980	225	185	218
<% removal>		<95.5>	<96.3>	<95.6>
$\text{NH}_3\text{-N}$ (mg/l)	155	47.7	37.0	51.7
<% removal>		<69.2>	<76.1>	<66.7>
Org-N (mg/l)	47.2	9.9	7.4	11.6
$\text{NO}_2\text{-N}$ (mg/l)	0.13	19.3	13.1	16.4
$\text{NO}_3\text{-N}$ (mg/l)	3.8	0.23	0.22	0.34
% TN removal		62.5	71.9	61.2
Cromium (mg/l)	24.6	0.84	0.90	0.99
% Cr removal		96.6	96.3	96.0

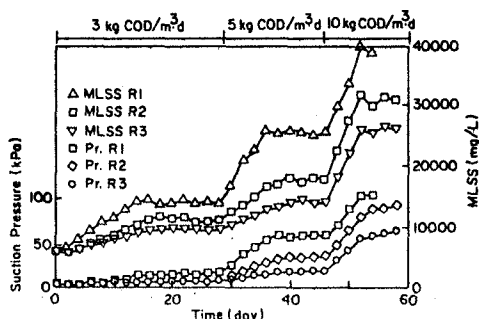


図2 MLSS, 吸引圧の推移

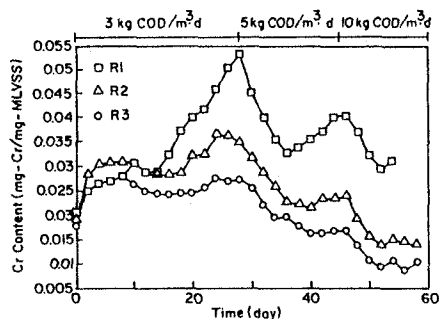


図3 クロム含有量の推移