

傾斜板を挿入した膜分離活性汚泥法による下水の高度処理

東京大学 非会員 割田麻依香
 東京大学 正会員 ○福士 謙介
 東京大学 正会員 山本 和夫

1. 研究の背景と目的

近年人々の環境問題への関心が高くなるのと同時に、人々が環境に求める質も高まってきている。しかし都市の水環境を考えた時、現在の状況がその要求にかなったものであるとは言い難い。膜分離活性汚泥法(MBR)は、標準活性汚泥法に比べ必要な施設面積が小さく汚泥発生量を少ない。また、脱室のための無酸素槽と組み合わせることで、現在の高度処理水以上の良好な水質が安定して得られる、という様々な利点がある将来有望な下水処理法であり、良好な水環境を作り出すことのできる次世代の下水処理法である。しかし MBR は好気槽において微生物への酸素供給のための曝気に加え、膜を洗浄するための曝気が必要であり、そのため標準活性汚泥法より運転コストが高く、エネルギー多消費であるという問題がある。MBR がより一般に普及するためにはこの問題を克服しなくてはならない。

浸漬・脱室型 MBR の無酸素槽に傾斜板を導入するという改良が提案されている。¹⁾ 無酸素槽に傾斜板を導入することで、完全混合状態の時と比べ無酸素槽から好気槽へ流入する汚泥濃度を減らし、好気槽の汚泥濃度を低く保つことで膜の詰まりを防止するという目的で設置してある。本報告では、実下水とPVDF膜を使用した膜分離活性汚泥法のリアクターで様々な実験をすることにより、無酸素槽に導入した傾斜板の固液分離機能とその効果的な運転方法を探った。

2. 研究方法

実験装置の構造

本研究では72L(スパーサー挿入時)の無酸素槽と50Lの好気槽から構成される浸漬・脱室型 MBR を、東京都下水道局芝浦水再生センター内に設置し、実下水を用いて運転した。この実験装置の特徴は、上昇流のある無酸素槽の中に曝気装置付き傾斜板を設置したことである。図 1 に示すように、無酸素槽は着水部・越流部・傾斜板部・スパーサー挿入部・汚泥溜め部の5つの部分に分けられる。着水部に流入した液は、着水部下部に空いた穴を通り、傾斜板部・スパーサー挿入部あるいは汚泥溜め部に流れる。傾斜板の上には高さ 6cm の越流壁があり、越流壁を越えたものが好気槽に流入するようにした。

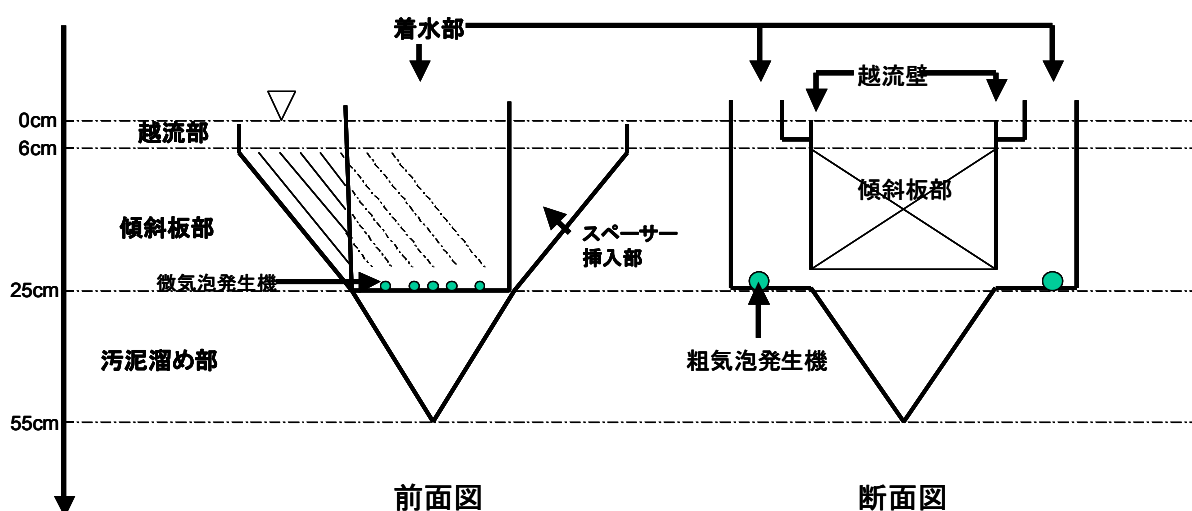


図1: 無酸素槽の構造

キーワード 膜分離活性汚泥法、脱室、傾斜板、無酸素槽

連絡先: 〒113-0033 東京都文京区本郷 7-3-1 東京大学環境安全研究センター 山本和夫

5 つの運転条件下での汚泥濃度のモニタリング

本研究では原水・返送汚泥・循環汚泥・バイパス汚泥・越流水を図2のように定義する。本研究では、原水通水量・返送汚泥量・循環汚泥量・バイパス汚泥量などの条件を変化させ、無酸素槽と好気槽の状態を MLSS 濃度・COD・TN・ $\text{NH}_4\text{-N}$ ・ $\text{NO}_3\text{-N}$ の指標を用いて観察した。運転条件は5種あり、RUN1から5まで順番に変えた。各運転条件を表 1 に示す。また、各運転条件内で原水通水量・返送汚泥量・循環汚泥量を短期的に変化させて越流水の MLSS 濃度の変化を見る短期通水実験を行った。

	原水通水量 (L/day)	汚泥返送量	循環汚泥量	バイパス汚泥量	越流量
RUN1	3×10^2	4Q	3Q	0	5Q
RUN2	3×10^2	4Q	3Q	0	5Q
RUN3	3×10^2	0	0	0	Q
RUN4	1×10^2	2Q	0	0	3Q
RUN5	1×10^2	2Q	0	Q	2Q

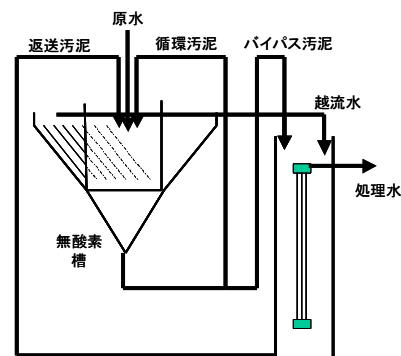


図2: 用語の定義

3. 結果及び傾斜板挿入の効果に関する考察

図 3 に運転期間中の好気槽と無酸素槽の MLSS 濃度を示す。RUN 2 から RUN 3 への切り替え（返送汚泥と循環汚泥の停止）により、無酸素槽着水部・傾斜板部・越流部の汚泥の大部分が好気槽に移り蓄積されたのが観察された。この期間では、傾斜板による無酸素槽から好気槽への汚泥流出を抑制する効果は発揮されなかった。一方、RUN3 から RUN4 への切り替え（返送汚泥の再開）により、好気槽の汚泥がほぼ全て無酸素槽に移り蓄積されたのが観察された。この期間では、傾斜板の効果が発揮されたといえる。RUN4の状態では好気槽の MLSS 濃度が低く生物処理が充分に行われなため、RUN5ではバイパス汚泥を導入した。ここで、バイパス汚泥とは、無酸素槽の汚泥溜め部底部から汚泥を引き抜き、好気槽に送る操作である。RUN5 の期間中、越流水の MLSS 濃度は 1g/L 以下であり、ここでも傾斜板の効果が発揮されているといえる。

傾斜板の効果が観察された RUN4と RUN5 では、MLSS 濃度の高い汚泥と MLSS 濃度が低い汚泥が傾斜板内で分離し、MLSS 濃度が低い汚泥の流れが形成され、そのため無酸素槽の越流水の MLSS 濃度が $0\sim 1\text{g/L}$ に保たれていることが観察された。この時短期的(10分間)に原水通水量を増やし上昇流速を変化させる短期通水実験を行ったが、越流水の MLSS 濃度の上昇はわずかであった(図 4)。MLSS 濃度の低い汚泥の流れは安定であったと言える。

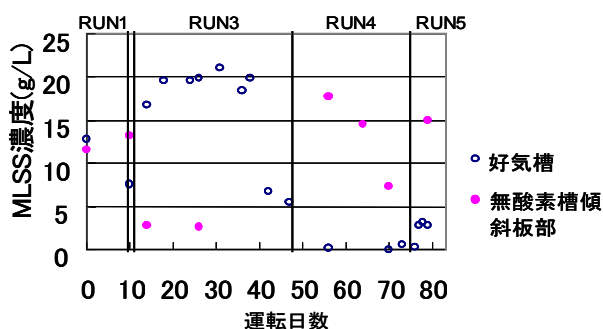


図3: 無酸素槽傾斜板部と好気槽のMLSS濃度の経時変化

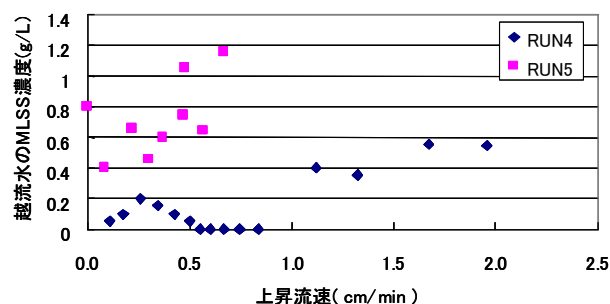


図4: RUN4 RUN5 短期通水試験

4. 結論

特定の条件下では上昇流のある無酸素槽に挿入した傾斜板が、汚泥流出を抑制する効果があることが確認された。RUN 4・5で観察された傾斜板上での MLSS 濃度の低い液体の通流道が、どのようなメカニズムで形成・維持されるかは今後研究されるべきである。また脱窒や汚泥の分解といった無酸素槽をより効率的に機能させる、無酸素槽のデザインを探っていくのも今後の課題のひとつである。

5. 参考文献

1) Performance of an inclined-plate membrane bioreactor at zero excess sludge discharge, C. -H. Xing, K. Yamamoto, K. Fukushi, J. Membrane Science, 275, 175-186 (2006).