

回分式活性汚泥法によるメッシュ濾過バイオリアクターの性能評価に関する実験的研究

ーメッシュ孔の開き目・温度依存性についてー

(独) 国立高専機構 岐阜工業高等専門学校 環境都市工学科 学生会員 ○中谷 亜美奈

同上

正会員 和田 清

豊橋技術科学大学 工学部 エコロジー工学系 正会員 木曾 祥秋

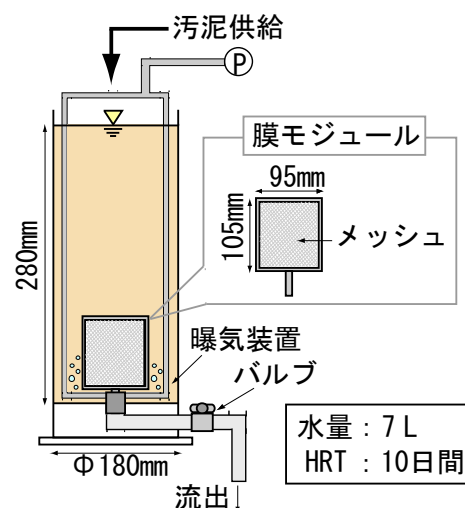
1. はじめに

従来の下水処理では活性汚泥法が一般的であるが、この方法では余剰汚泥が多く問題となっている。また小規模排水処理施設では、余剰汚泥の処理に多大なコストがかかるため、汚泥発生量の削減が課題である。余剰汚泥削減は以前から行われており、大規模下水処理施設では嫌気性消化が一般的な方法であるが、余剰汚泥削減率は高くない。一方、膜分離活性汚泥法は余剰汚泥削減に効果があるが、高濃度の MLSS(活性汚泥浮遊物質)で運転を行うと流動性が悪くなり処理能力が低下する。そこで本研究では、高濃度の MLSS を保持し高い SS 削減率を得ているメッシュ濾過法¹⁾に着目し、回分式で行うメッシュ濾過バイオリアクターを連続運転させ、初期段階における汚泥濃度、濾過時間などに着目して、メッシュ孔の開き目、温度依存性などの観点からリアクターの汚泥削減能力、処理能力を評価する。

2. 実験および分析方法

(1) リアクターの概要: 図-1 に膜モジュールと装置の概要を示す。

膜モジュールはステンレス製の型枠にナイロンメッシュ(孔の開き目:100~200 μ m)を張った平膜型の濾過装置であり、この膜モジュールを容量 15L の円筒形タンク下部に設置する。リアクター内の曝気汚泥は重力により沈降し、膜モジュールで濾過され、装置下部のパイプを通りバルブを開けることで濾過水が流出する。また常時曝気を行い、さらに膜洗浄も必要のため、リアクター底部に目的別の 2 種類の曝気装置を設置した。濾過を行うときは曝気を停止しバルブを開け、膜モジュールに付着した生物膜により濾過された水(以降濾過水)を得る。ただし、濾過開始直後は SS が多いため、最初の 3~4 分間に得た濾過水はリアクター内に返送する。その後 700ml の濾過水が得られるまで濾過を行い、図-1



メッシュ濾過バイオリアクター
リアクター上部から汚泥 700ml(供給汚泥)を投入して曝気を開始する。この操作を 1 日 1 回行う。

(2) 実験条件: 本研究ではリアクターを 3 台使用し、それぞれ実験条件を次のように変化させた。RUN-1、RUN-3 は開き目 100 μ m のメッシュ、RUN-2 は 200 μ m のメッシュを用いる。また、RUN-1、RUN-2 は恒温恒湿室内に設置して温度一定(20 $^{\circ}$ C)の条件、RUN-3 は外気温に追従して変化する非定常とした。リアクターを立ち上げる際の初期汚泥は 4 ヶ月間馴致した汚泥(豊橋技術科学大学より提供)を使用し、供給汚泥は校内下水処理施設の返送汚泥とした。なお、前処理として汚泥は 0.84mm ふるいで固形物を除去している。また、リアクター内の水量は 7L、HRT(水理学的滞留時間)は 10 日間とし、2007 年 11 月 6 日から運転を開始している。

(3) 分析方法: 供給汚泥とリアクター内の曝気汚泥は、遠心分離法により MLSS、VSS(活性汚泥有機性浮遊物質)を分析する。供給汚泥は毎回分析を行うが、曝気汚泥は週 1 回の分析とする。また、曝気汚泥は管理指標として pH と ORP、水温を毎日測定する。濾過水は、COD_{cr}(化学的酸素要求量)、T-N(全窒素)、NH₄(アンモニア性窒素)、NO₂(亜硝酸性窒素)、NO₃(硝酸性窒素)、SS(浮遊物質)の 6 項目を週 1 回分析する。

3. 結果および考察

(1) リアクター内の有機物量: 図-2 はリアクター内(RUN-1)の曝気汚泥と供給汚泥の MLSS、VSS の時系列変化を示したものである。同図より、曝気汚泥の MLSS は運転開始 24 日目で平均 23000(mg/l)に達していることがわかる。なお、供給汚泥に対する SS 削減率は約 80%であり、他のリアクターについても同様である。

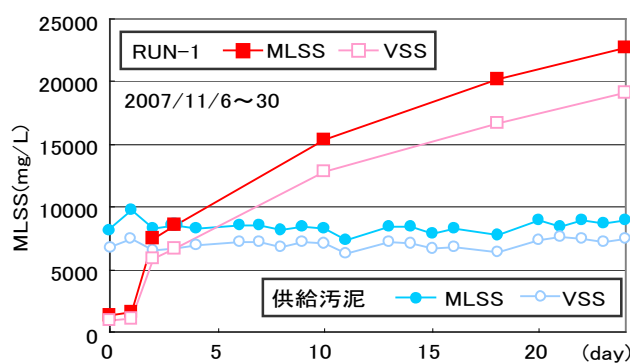


図-2 曝気汚泥と供給汚泥の MLSS・VSS

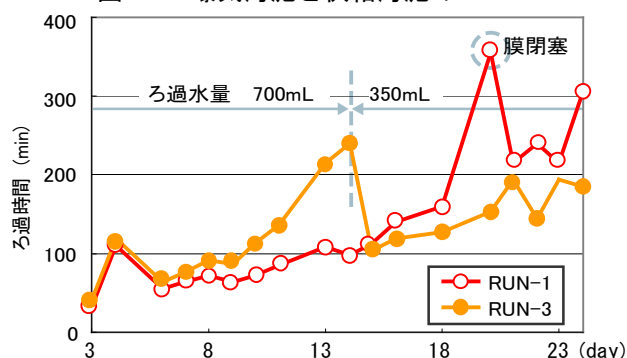


図-4 リアクターの濾過時間

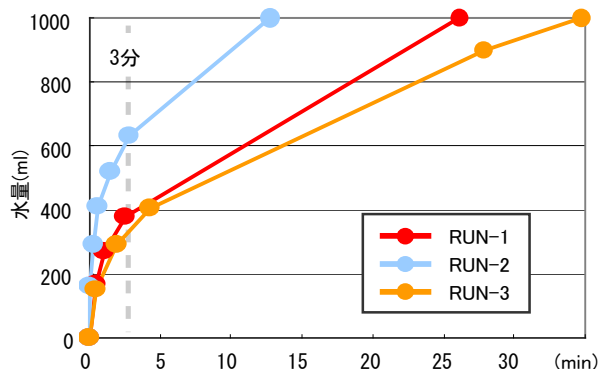


図-3 リアクターの返送時間

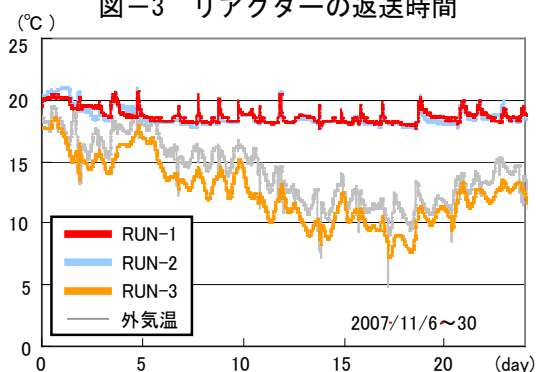


図-5 リアクターの温度変化

このことから3台のリアクターは汚泥濃縮が進んでいることが確認できる。

(2) 初期返送時間の設定： 濾過を行う際の返送時間はリアクター処理能力を評価する重要な指標である。そのため、本研究で用いている3台のリアクターで、濾過水量 1L を得るのに要する時間を測定し、濁度、色度、流出速度の評価指標により返送時間を決定した。図-3 は各リアクターの濾過水量と濾過時間の関係を表したものである。同図から、濾過開始直後はメッシュ表面に生物膜が形成されていないため SS の量が多く、また流出する水量も多いことがわかる。また RUN-1 と RUN-3 は濾過時間が比較的長く、RUN-2 は濾過時間が短い。そのため、RUN-1 と RUN-3 は返送時間を 3 分とし、RUN-2 は 4 分とした。

(3) 濾過時間： 濾過時間とは濾過水量 700ml を得るのに要する時間のことであり、図-4 に濾過時間の経日変化を示す。RUN-3 は運転開始 14 日目で濾過水量 630ml を得るのに 4 時間かかったため、翌日から濾過水量を 350ml とした。また、RUN-3 の濾過水は、RUN-1、RUN-2 と比べ COD_{cr} と NH₄ の値が大きいことが水質分析により確認されている。図-5 は温度変化を示したものであるが、RUN-3 は水温 10°C 以下にまで低下しており、気温の変化が激しいため、分解が進行しにくいと推測される。このことから、リアクター内の微生物の活性が低下し、有機物の分解が進まないため膜が閉塞し、濾過時間が長くなった可能性があると考えられる。また、恒温条件下の RUN-1 は運転開始 20 日目に濾過時間が急激に長くなった。これはリアクター内の MLSS 濃度が高くなったことが原因と考えられる。そのため、メッシュ表面の生物膜を除去し運転を継続している。

4. おわりに

以上述べたように、初期段階において本リアクターにより高濃度の MLSS を保持し、80% 程度の高い SS 削減率を保持していることが明らかにされた。また外気温の環境に設置しているリアクターは、有機物分解速度が遅く、リアクター内の微生物の活性が低下していることが推測された。さらに今後 MLSS 濃度が高くなれば膜閉塞の可能性がより高くなると考えられる。よって、曝気およびリアクター内の対流を促進し、好気的環境を保持することを検討する。また、供給するエアレーションの気泡径による微生物活性を検討するためにマイクロバブルを用いたバッチ試験を実施する予定である。

参考文献

1) 木曾祥秋: メッシュろ過・回分式活性汚泥法による余剰汚泥分解に及ぼす pH の影響、浄化槽研究、vol.18、No.2、pp.1~10、2006