

揺動床を用いた活性汚泥法の処理性能向上に関する研究

熊本大学大学院 学生会員 ○渡辺 佑輔、徐 曉晨 正会員 古川 憲治
 エヌ・イー・ティ (株) 非会員 小山 登一郎、川上 直也

1. はじめに

現在、排水処理の主流となっている活性汚泥法には、バルキングによる固液分離障害、低 MLSS 濃度による処理装置の大型化や、多量の汚泥が発生することによる処分コストの上昇といった問題を未だに抱えており、その解決法が待たれている。

近年、アクリル繊維製の微生物担体であるバイオフリンジ(BF、エヌ・イー・ティ製)を曝気槽に設置し、3-5 kgBOD/m³/day の高い BOD 負荷域で運転すると、固液分離上の問題が発生することなく曝気槽内の活性汚泥濃度を 10~15g/L の高い濃度に維持することが明らかになっている。¹⁾

そこで本研究では、4つの曝気槽をプラグフロー式曝気槽の流入部(1槽/4槽)にのみBFを充填して実験を行い、従来の活性汚泥法の処理能力に与える影響を、有機物除去能力や汚泥特性等を調査することで検討した。

2. 実験装置及び実験方法

2.1 充填材 (バイオフリンジ)

径糸が高強度のポリエステルフィラメントで、フリンジ糸は親水性のアクリル繊維からできており、フリンジ糸については、特殊加工により高い空隙率と表面積が付与されているため、短期間で立ち上げが可能である。さらにBFの優れた揺動効果で、SRTを長くとれることから、長い食物連鎖を形成することができる。バイオフリンジの揺動状況の模式図を図-1に示す。水の流れに応じてBFが常に揺動することで、接触材上に付着した汚泥を連続的に剥離し、生育速度が速く活性の高い微生物が選択的に担体上に集積される。

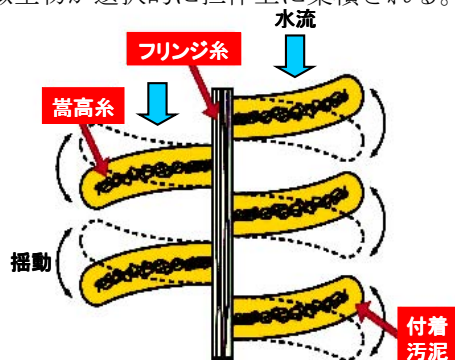


図-1 バイオフリンジの揺動状況

2.2 実験装置及び実験方法

実験装置の模式図を図-2に示す。アクリル製のリアクタを用い、BFを充填した第1槽（以下BF槽と呼ぶ）の容積は10.6Lで、0.5mのBF(フリンジ糸50mm)1本を充填した。また、残りの3槽（順に第1、第2、第3AS槽と呼ぶ）の容積は8Lである。供試汚泥には、研究室でコーンステープリカー(サンエイ糖化株式会社製)を主な基質として馴養している全酸化処理汚泥を使用し、それをMLSS約4,000 mg/Lとなるように投入した。流入水は肉エキスとペプトンを主体とした合成下水を所定の濃度になるように水道水で希釈し、緩衝液としてNaHCO₃を用いた。またAS槽、BF槽の曝気は10L/minで行った。沈殿池はチェーンにより緩速攪拌(4rpm)し、汚泥返送率は100%に設定した。運転は25℃で行った。

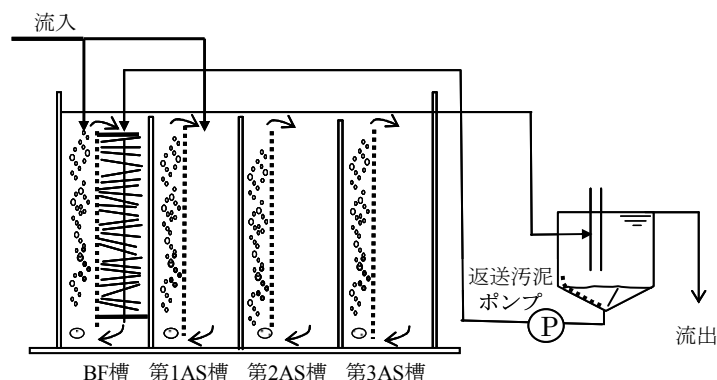


図-2 実験装置の模式図

COD容積負荷は、流入水の濃度と流量を調整して上昇させたが、BF槽のみに負荷がかかりすぎるため、23日目より第1AS槽にも通水し、ステップ注入を行って負荷を上昇させた。

また、一時、処理水のpHが5以下になったため、220日目から第2AS槽にpHコントローラーを設置し5%NaOH溶液を添加して調整した。

3. 実験結果

3.1 CODの除去能力

流入水と処理水のCOD濃度の経時変化を図-3に示す。実験を通じて平均除去率は約96%という高い値を得ることができた。負荷を上昇した際にもほぼ影響は無かった。

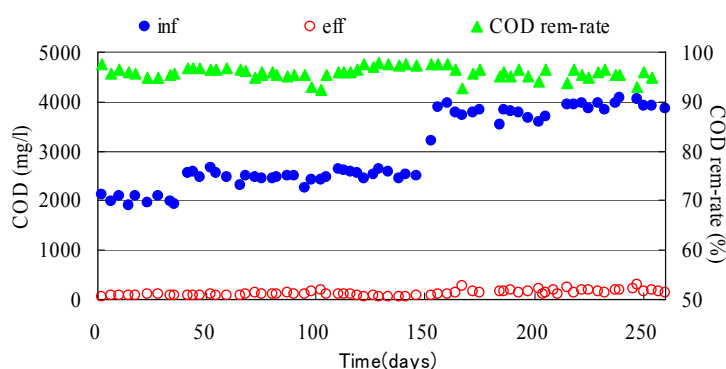


図-3 COD 濃度の経日変化

3.2 汚泥の特性

BF を投入したことによる後段の汚泥状況を把握するために、第 1AS 槽の汚泥に着目し、槽内の MLSS 濃度と SVI を測定した。その経時変化と全槽に対する COD を図-4 に示す。

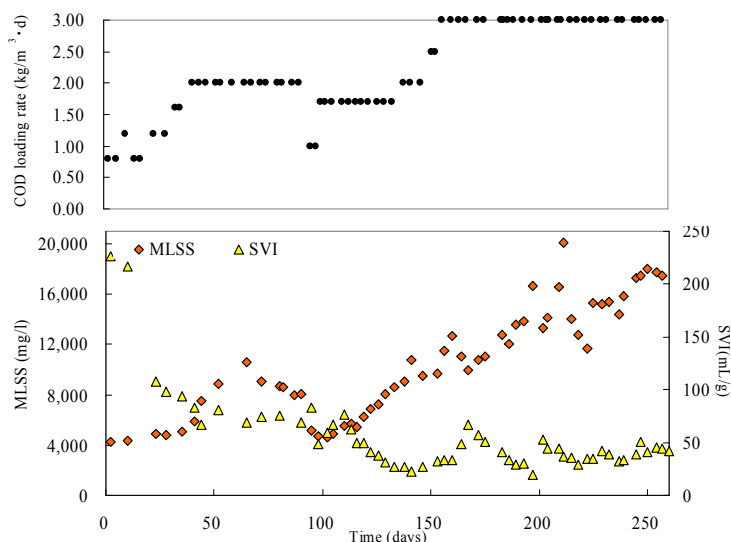


図-4 COD 負荷量、MLSS 濃度、SVI の経日変化

運転開始より MLSS 濃度は徐々に上昇し、10,000mg/L 以上の高濃度の汚泥を保つことが出来た。95 日目にリアクタの流出口の詰まりによって汚泥が流出し一時的に減少したものの、時間の経過と共に上昇した。また、高濃度の汚泥を保持しているのにも関わらず、負荷の上昇と共に SVI は減少し、汚泥の沈降性は極めて良好であった。なお、第 2, 3AS 槽の汚泥もほぼ同じ MLSS 濃度、沈降性を保つことが出来ていた。

以下に汚泥発生量の計算式を示す。

$$Y = \frac{g - SS_{end} - g - SS_{start} + \sum Q \cdot SS_{eff}}{g - COD_{removed}} \quad (1)$$

$$g - SS_{end} = SS_{ST} + SS_R \quad (2)$$

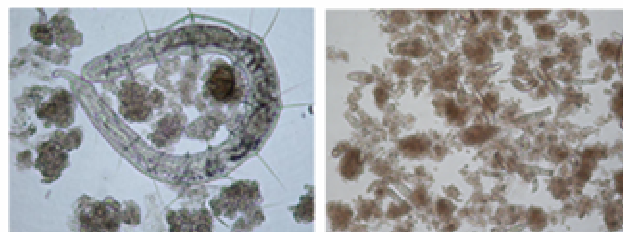
SS_{ST} : 沈殿池内の汚泥量(g) SS_R : リアクタ内の汚泥量(g)

SS_{eff} : 処理水 SS 濃度(g/L) Q : 流入水量(L/day)

SS_{start} : 開始時の総汚泥量(g) SS_{end} : 終了時の総汚泥量(g)

上記(1) (2)式より、第 1AS 槽内の MLSS 濃度が 10,000mg/L 以上であった、COD 負荷が $3\text{kg/m}^3 \cdot \text{d}$ の条件下での汚泥発生量を計算すると 7.74%(BOD では推定 11.5%)という結果を得た。一般的な活性汚泥法の汚泥発生量が BOD に対して 30~50%といわれていることを考慮すれば、非常に低い値である。これはバイオフィンジの効果により長い食物連鎖と沈降性に優れた汚泥が形成され、これが後段の AS 槽にも影響して、結果として低い汚泥発生量を得ることができたものと考えられる。

第 1AS 槽の汚泥を採取し、顕微鏡により活性汚泥微生物を観察した。下図にその写真を示す。高密度で粒状化した汚泥が多く保持されていることが分かる。さらに、多量の貧毛類や輪虫類を確認することができたことから、汚泥の減容化や高い COD 処理能力はこれらが原因と考えられる。



貧毛類(146 日目)

輪虫類(222 日目)

4. 結果及び考察

プラグフロー型の標準活性汚泥法の流入部に BF を充填することで、後段の槽内で高濃度の汚泥を保持することが出来た。これは、高循環流速によって BF が揺動することで BF 上の過剰付着汚泥の剥離が起り、剥離した汚泥が後段に流れ込んで維持され、活性汚泥の処理能力の向上につながり、合理化を図ることができたものと考えられる。

現在はさらに負荷を上昇させた際の効果や、装置に対してどれくらいの割合で BF を充填すれば効果が期待できるかについても検討中である。

〈参考文献〉

1) Yingjun Cheng, Daisuke Yazaki, Toichiro Koyama and Kenji Furukawa : Swim-bed technology as an innovative attached-growth process in the wastewater treatment, Proceeding of IWA 2005, Xi'an, China, pp.295-305(2005)