

生物保持担体を用いた汚泥補足による HRT への影響

木更津高専 学生会員 ○野宮菜津貴

木更津高専 正会員 上村繁樹, 大久保努

1. 目的

開発途上国で適応可能な下水処理技術としてインド政府との政府間協力の下, UASB (Up-flow Anaerobic Sludge Blanket) +DHS (Down-flow Hanging Sponge) システムの実証実験が進められている. 本システムは前段の UASB で下水中の有機物と SS 分を粗取りし, 後段 DHS で処理水のポリッシュアップを図るものである. DHS の基本概念は, 多孔質ポリウレタンスポンジ (空隙率>98%) を生物保持担体として用い, 担体をリアクターに充填し UASB 処理水を上部から散水する方式をとる. 散水された UASB 処理水は, 流下する過程でスポンジ内外面に付着した微生物により好氣的処理される.

DHS の理論 HRT は, 担体のスポンジ体積を基準として計算されるが, 運転経過後にスポンジ空隙に汚泥が保持されることで理論 HRT にも影響が及ぶと考えられる. そこで, 排水流入前のクリーンスポンジと流入後の実測 HRT をトレーサー試験により経日的に計測し, 汚泥補足が HRT に及ぼす影響を明らかにした.

2. 実験方法

2.1 実験条件

担体は, インド実証実験で使用している G3.2 と G3.4 とした. G3.2 は直径 33mm, 高さ 33mm の円柱形, G3.4 は直径 36mm, 高さ 37mm の円柱形でその中心部に直径 12mm の孔を開けたリング状とした (図 1). 両担体は潰れ防止のため外部をプラスチックネットで補強している. 担体をリアクター (直径 25cm, 高さ 50cm) に充填し (図 2), スポンジ体積に対する流量を設定し, 両実験系での設計 HRT は 1.44 時間とした. (表 1)

排水濃度は, 下水処理場の返送汚泥を希釈し原水タンクの初期濃度 300 mgMLSS/L に設定し循環運転した. 日数経過後, 汚泥濃度が 50mgMLSS/L となったところで再び 300 mgMLSS/L に調整した. これらの MLSS 濃度は下水処理 UASB 処理水の最大と最小の濃度を再現している. MLSS の測定は下水試験方法に準じた¹⁾.

2.2 トレーサー試験

実測 HRT はトレーサー試験により算出した. リアクター上部の散水機にトレーサーとして飽和食塩水 1mL を供給し, 流出水の伝導度を電気伝導率計 (TOA-DKK: CM-20J) で測定した. 得られたデータは伝導率-時間曲線として表せ, この曲線と時間軸との間の面積を微小な長方形の面積の和として積分計算し, 面積を 2 等分する点を実測 HRT とした.

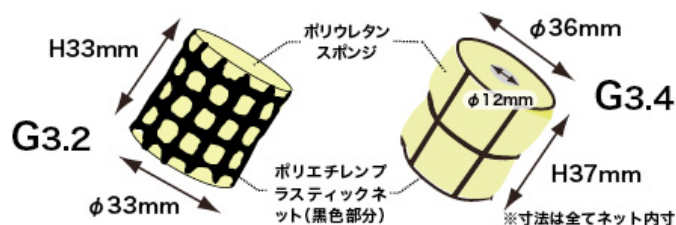


図1 DHS スポンジ担体

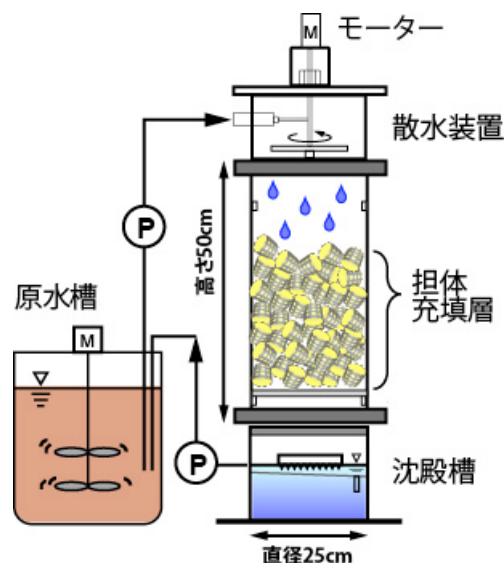


図2 実験装置概

表1 実験条件

担体名称	G3.2	G3.4
理論 HRT	1.44 hr	1.44 hr
スポンジ 1 個の体積	28.2 cm ³	33.5 cm ³
スポンジ充填個数	200 個	110 個
スポンジ総体積	5640 cm ³	3680.6 cm ³
散水流量	65.3 ml/min	42.5 ml/min

キーワード 生物保持担体, トレーサー試験, HRT

連絡先 〒292-0041 千葉県木更津市清見台東2-11-1 木更津高専 TEL:0438-30-4165, E-mail:okubo@wangan.c.kisarazu.ac.jp

3. 結果および考察

希釈汚泥を流入させる前のクリーンスポンジに対し HRT をトレーサー試験で測定したところ、スポンジ体積当りの理論 HRT が 1.44 時間であるにも関わらず実測 HRT は G3.2 で 0.39 時間、G3.4 で 0.20 時間であった。理論 HRT 1.44 時間に対する比率として G3.2 で 0.26、G3.4 で 0.14 と極端に低い値を示した。G3.2 は、1 個当りの体積が小さいため (G3.4 の 84% 体積)、同一 HRT に設定した場合充填個数が多くなりリアクター内に密に充填されることになるため、スポンジ担体上面に散水された排水が流出するまでの流下距離は長くなると推測される。そのため、クリーンスポンジにおける実測 HRT は G3.2 の方が長くなったと考えられた。

その後、汚泥濃度 50mg/L から 300mg/L で変動する希釈汚泥を連続供給したところ、日数経過に伴う汚泥付着により HRT の上昇傾向が確認された。クリーンスポンジでは HRT が低かった G3.4 だが、40 日頃には G3.2 と同等の HRT (設計 HRT に対する割合として 0.43 程度) を示し、それ以降は G3.4 の方が実測 HRT が長くなる傾向を示した。G3.2 の実験を終了した 70 日を区切りとして考えると、割合として G3.2 が 0.56、G3.4 が 0.75 となった。70 日目以降も G3.4 は運転を継続したがそれまでの直線的な上昇から緩やかな上昇傾向に転換し、現在は割合 0.75 程度で安定している。DHS の特徴として、保持汚泥の内生呼吸速度が高いため、汚泥は一定濃度に保持され担体間の閉塞は起こらず余剰汚泥量も活性汚泥と比べて 10%とあり²⁾、本実験においても実験後期はその状況であったと推測された。

結果として、今回の実験条件においては 65 日頃までは一次直線的に HRT が上昇し、この現象は汚泥補足以外に要因が考えられないため、汚泥補足による HRT 上昇時期といえる。70 日以降は緩やかな上昇傾向を示し実験 132 日頃は HRT の割合として 0.75 程度で安定したことから、保持汚泥も定常状態に差し掛かったと示唆された。

4. まとめ

実験結果より、これまで DHS リアクターの理論 HRT はスポンジ体積を基準に設計されてきたが、実際の HRT は運転経過 132 日でも 75%程度 (G3.4) に留まっている。また、担体形状の違いにより HRT の上昇傾向にも違いが確認された。実験で使用した両スポンジ担体はポリウレタン製スポンジを使用しているため、実

験初期は排水が担体内部まで浸透しないことが確認され、また短絡の発生により、素早く流出したことで理論 HRT より極端に短い HRT を示した。その後、汚泥がスポンジ内外面に付着・保持されることで HRT も上昇した。さらに、G3.4 は中心部に孔を開けた形状をしており、G3.2 と比べて比表面積が 1.2 倍大きいため効果的に汚泥が保持されればその空間を利用した汚泥増殖が促進されると考えられた。

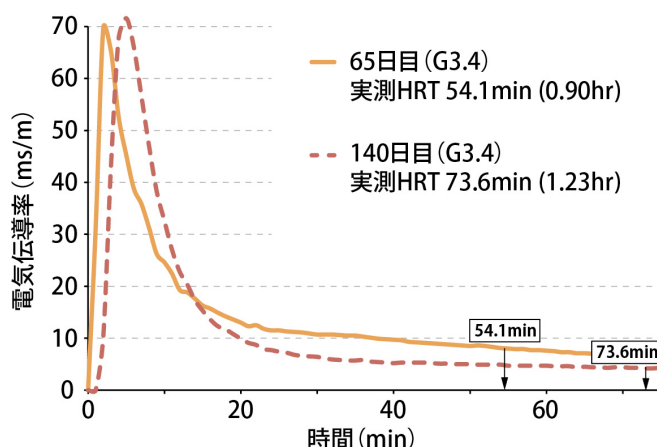


図3 トレーサー試験結果

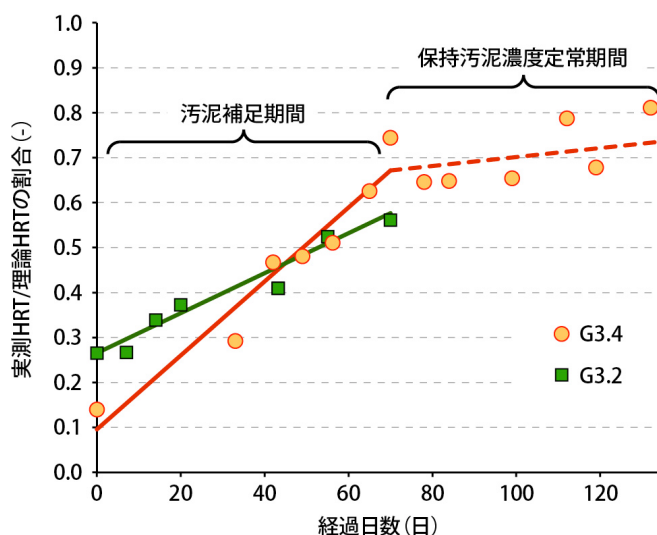


図4 実測 HRT/理論 HRT の割合

謝辞：本研究の一部は、先導的創造科学技術開発費補助金、JST-JICA 地球規模課題対応国際科学技術協力事業、および科学研究費補助金による助成を頂きました。ここに記して謝辞とします。

参考文献

- 1) 下水試験方法 2010 年度版, 日本下水道協会誌, 2012
- 2) 大久保ら, 土木学会論文集, Vol.64(2), 187-195, 2008.